هذه كتاب تنشيط الاصم
تعلق
احمد شاكر افندي
احمد فوزي افندي
بمدرسة الصنايع
والمحاسبة ابي
قرقاص

(فهرست الكتاب)

صحيفه

(الجزء الاول)

(الجزء الثانى)

صحيفة

صحيفه

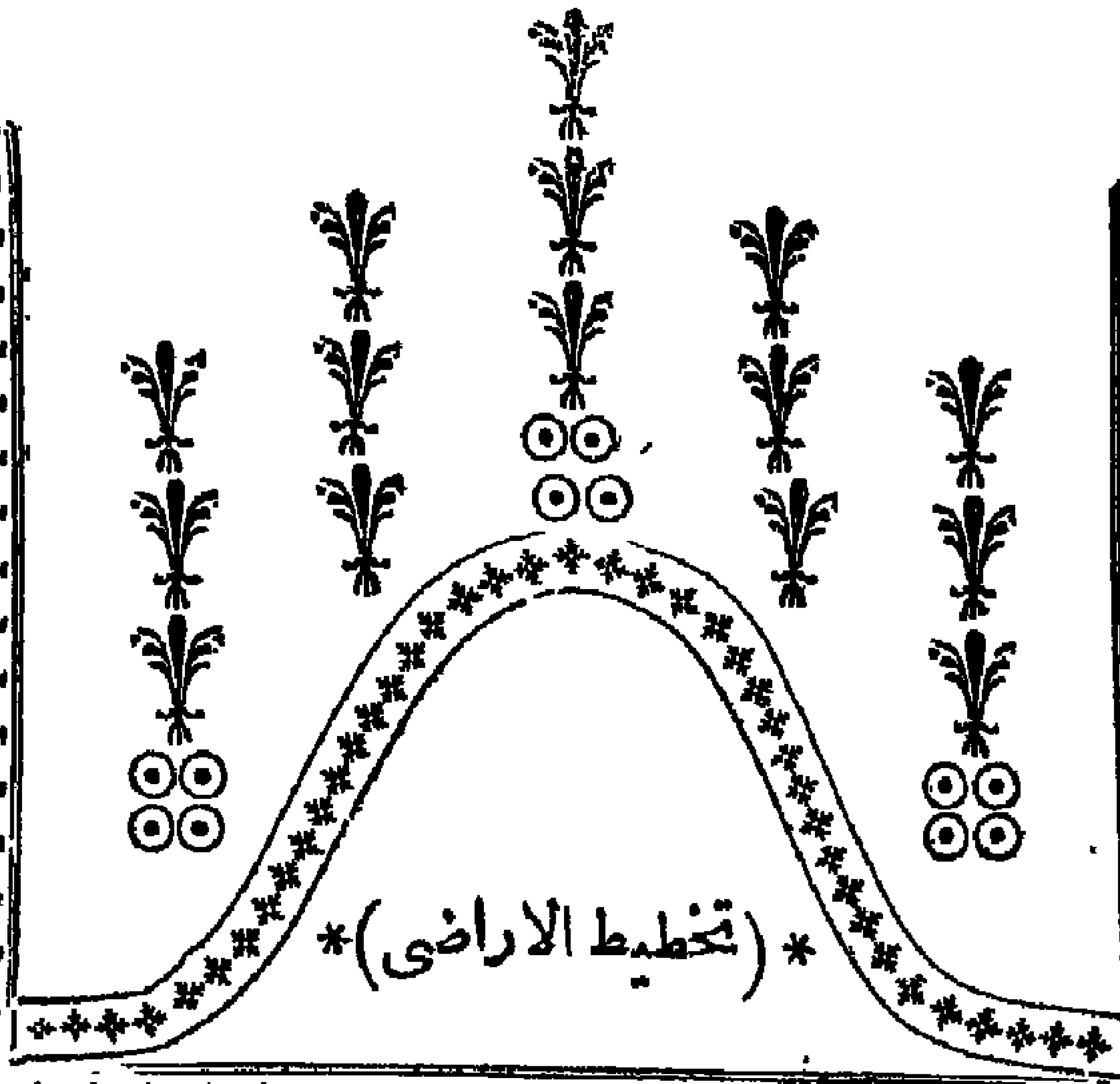
(الجزء الثالث)

صحيفة

(الجزء الرابع)

صحيفه

تم



(بسم الله الرحمن الرحيم)

حمدك يا مصور الكائنات ومبدع اشكال الموجودات ومسير الافلاك فى ظلم الاحلاك اجل ما نمقته المزابر وتحركت به اطراف الشناتر واشهى من كريعبوب براكبه على وجه جبوب يبتهج بسماعه كل من سجل فتقر منه خندورة القيهل وتطمئن بنغيته حماطة الجلجان وتسكن لهيبته المردة والجان لا يدرى ثمراته الدنيوية غير يعروف ومن انكر الاخروية فليس العذاب عنه بمصروف لئن شكرتم لازيدنكم ولئن كفرتم ان عذابى لشديد والصلاة والسلام على من دنى الى قاب قوسين وافنى اللئام بالسيف يوم بدر وحنين حبيبك المصطفى ورسولك المقتفى وعلى آله واصحابه رابحى البضاعه من قطو رؤوس معانديهم من الشرك بالبراعة ماغرد قمرى فوق بان اوحن نازع الى اوطان

وبعد فلما كان فن تخطيط الاراضى من اجل الرياضيات وانفعها لمن يتعاطى فيه العمليات سارع الى تحصيله بالديار المصرية صاحب الروية الصحيحة والهمة العلية من دلت مقدمات كرمه العادية على نتايج معقولاته الوهبية

الوزير الاعظم والدستور المكرم من اغنى اشتهاره عن وصفه ودل ما فيه من كرم الطباع على لطفه فهو الجدير لدى اولى البصاير بما قاله الشاعر الماهر

فلو صورت نفسك لم تزدها * على ما فيك من كرم الطباع

فوفد اليه مشاهير العلوم من جميع الاقطار لاشتهاره اشتهار الشمس فى رابعة النهار فاكرم مثواهم واحسن ملتقاهم وعمهم بطوفان الاحسان فاتقنوا فى خدمته غاية الاتقان وكان ممن عمه كرمه وشملته فيمن شملته نعمه معلم هذا الفن وغيره بمدرسة المهندسخانة الخديوية لازالت مطلع شموس المعارف اللدنية صاحب الاخلاق الحسان ابراهيم افندى رمضان فترجم هذا الكتاب من اللغة الفرنساوية الى افضل اللغات اللغة العربية بامر سعادة صاحب النفايس ادهم بيك مدير ديوان المدارس وكان المصحح له اسير الاوزار ابراهيم الدسوقى عبد الغفار ثم قابله المصحح المذكور مرة اخرى بالمدرسة على اصله الفرنساوى مع ابى السعود افندى ومرة اخرى بالديوان بامره مع بيومى افندى وثالث مرة على اصله الفرنساوى عند الطبع مع حسن افندى الجبيلى ومترجمه الاول فجاء بحمد الله موفيا بالمراد شافيا غلة الصاد لم ينسج على منواله ولم يرتق الى درجة كماله ولما تهيأ للكمال ولبس جلباب الجمال وسمته بالقانون الرياضى فى فن تخطيط الاراضى

قال مؤلف اصله ان من اقوى البواعث التى حملتنى على الشروع فى هذا التصنيف الجديد استحسان العامة لاصله وقبولهم له بطريقة لايقة وحكم المدرسين عليه بالجودة وقبولهم اياه اذ هو من اعظم الجازات عندى وادخال جميع ما حصلته من التجاريب فى عدة من السنين فى هذا التصنيف وقد غيرت فيه وبدلت ما ظهر لى انه ليس بصواب ومما اعاننى كل العون على الشروع فيه استخدامى بمدرسة السوارى اذ كان ذلك سببا داعيا لازدياد معارفى فى هذا الفرع اللازم ويغلب على ظنى كماله فانى اعتقد اقل ما هنالك انه حاوى لجميع الاغراض التى ينبغى للتلامذة المعدين لارتقاء الرتب ان يمارسوها

قال المؤلف لاكروا فى مقدمة كتابه فى مبادى علم الجبر ان تقدم العلوم وازديادها ينتهى الى وقت يكون فيه تجديد تصنيف المبادى من اهم المهمات لتلايم معارف

اهل العصر الخيالى فيجب تصليحها بالتبديل والتغيير حتى تلوح عليها علامة الاستكشافات الجديدة وشم منها رائحة الاختراعات العديدة انتهى فلما تحققت صحة دعواه رأيت ما براه بان جددت كتابى الذى اشهرته منذ سبع سنوات تجديدا كليا حتى كانه تصنيف جديد منزه عما فى اصله من العيوب ولا يوجد من جميع مسائل تطبيق الاصول الهندسية ما يكون اعم استعمالا مما به يكون فى طاقة المهندس ان يأخذ قطعة صغيرة او كبيرة من اقليم او من ارض وينقلها على الورق بحيث لا تشغل الا مسافة معينة تعيينا نسبيا وموضوعها الخرط العسكرية او الطبوجرافية وربما كان موضوعها على العموم طريقة اخذ الصور

ولاجل ان تكون الخرطة مضبوطة يلزم ان تكون جميع الاشياء المكونة منها تلك الخرطة مشابهة للتى توجد فى الحقيقة على الارض مع مراعاة مقدارها الخاص بالنسبة لمقياس الخرطة الاختصارى على الارض

ثم ان صورة الاقليم او صورة استحكامات مدينة او منزل عسكرى او صورة حصن او مجرى نهر او صورة جدول او شكل جنينة او بستان او غابة او خرطة عمارة مدنية تكون غالبا منبع منويات نافعة فلا يمكن الاستغناء عنها ضرورة لان منها ما هو لازم لقايد العساكر وهى التى يجد بواسطتها احسن موضع لائق لاجراء حركات عساكره بدون توقيف وبها يحيل على اكتساب النصرة ومنها ما هو لازم للمهندس الجهادى او المعمارى لزوما كليا لجدد بالنظر الى الاشياء المحلية اشغالا مفيدة يعود نفعها على الدولة والعامة والخاصة

ثم ان من المهندسين الذين الفوا فى هذا الفن من الف فيه كتابا قبلته العامة قبولا عظيما وهو المعلم دوبين ومن البراهين الدالة على جودة هذا الكتاب زيادة عن المدح فيه اشتهار نسخه وانتشارها لكن كتابى هذا الذى وضعته لحل محله بين بطريقة واضحة اصول الفن حتى ان التلميذ الشاب اذا عرف مبادى علم الجبر والهندسة والمثلثات يمكنه ان يفهم قواعده بدون احتياج لشئ آخر وان يأخذ صورة شئ بجميع اجزائه بل يمكنه اخذ ادق تفاصيلها

وقد قوبل هذا الكتاب مع الاعتناء والهمة التامة وفيه كما فى اصله جميع التراجم المعلومة النفع كوصف واستعمال الالات المخترعة والمحسنة فى ايامنا هذه وجميع

الحسابات فيه على مقتضى القاعدة الجديدة المترية وقد حذفت من اصله بعض الابواب مما لا فائدة فيه ومن الاحوال الطارئة التى لا يحتاج لها بالكلية وفى ظنى ان كتابى هذا على كيفيته التى هو عليها وتقدم العلوم فى هذه الازمنة على درجة واحدة من الكمال

ويجب ان تكون الصورة والخرط مرسومة بغاية الدقة وهذا هو اقوى الاغراض التى كانت نصب عينى لدى الشروع فى التأليف واظننى لم اغفل عن ذكر وبيان الطرق التى بها يمكن اخذ صورة تماما مع غاية الضبط

وقد قسمته الى اربعة اجزاء الاول فى ذكر الملحوظات اللازمة لعمل اساس خرطة وطريقة معرفة الابعاد بين الاشياء كل منها بالنظر الى الآخر وكيفية تعيين البعد الكائن بين كل محل من اقليم وخط نصف نهار وعموده وكيفية عمل جداول تلك الابعاد اللازمة لعمل اصل خرطة او وضع النقط الاصلية الجغرافية وفى القوانين اللازم استعمالها لاجل رد الزوايا الى الافق او لمركز الوضع

الجزء الثانى يشتمل على شرح واستعمال الآلات المتنوعة المستعملة فى قياس الزوايا على الارض وعلى شرح واستعمال الجرافوميتر وطريقة تصحيح سائر الدائرة ذات النظارتين المسماة بدائرة التكرار التى تقاس بها الزوايا مع غاية ما يكون من الضبط الذى لا يتأتى بغيرها وقد استعملها المهندس كشينى وميشين وجاندر فى سنة الف وسبعماية وسبع وثمانين مسيحية فى الاعمال التى عملوها لضم رصدخانة باريز الى رصدخانة غرنويف مع الفائدة التى لا تنكر وقد استعملها فى ايامنا هذه المهندس دلامبر فى قياس قوس نصف النهار الذى جعل لتعيين الميتر واحد قياس الطول ومن ثم نتجت جميع المقاييس الميترية الجديدة وهذه الآلة لم تزل فى بلوغ درجة الكمال فقد عمل المهندس لينوار دوائر تكرار لم يزد قطرها عن ستة اصابع او ستة عشر جزء من مائة من ميتر غير انها لا تفرق فى تقدير الزوايا الا عشر ثوان او خمسة عشر ويشتمل هذا الجزء ايضا على طريقة تكرار قياس الزاوية مرة او ثلاثا او خمسا او سبعا الخ وفيه جميع ما به يسهل استعمال آلة اخرى عوض الجرافوميتر وهى الاوكتان فانه بواسطتها يظهر من الضبط الكلى فى الاعمال ما لا يظهر فيها بالجرافوميتر

والاوكتان ويسمى بربع الانعكاس ودآئرة انعكاس ميير التى اصلحهما المهندس
برده والبلنشيطة والبوصلة يتكلم عليهما بطريقة واضحة فى هذا الجزء وكذلك
الصور التى تستعمل فيها الفن الملاحة والسفر فى البحر ويبين فيه استعمال
البلنشيطة لاجل عمل اصل خرطة واخذ صورة اقليم اوارض بواسطة الابرة
المغناطيسية اوبدونها حتى بدون قياس ابدا وتذكر فيه طرق استعمال الخرط
المطبوعة لاجل عمل خرط مفصلة التفصيل اللازم
ويشتمل هذا الجزء ايضا زيادة على كيفية اخذ الصور بواسطة البوصلة على طريقة
اخذ تفصيل ارض مع الضبط التام ونقل المسودات المصنوعة من المحل على الورق
وكذلك وصف البوصلة المستعملة فى فن الملاحة على اختلاف انواعها وطرق
مغطسة الابرة وكيفية معرفة الاسيار المعمولة فى البحر مع الاعتناء التام وكيفية
تحصيل معرفة طرق اقليم بواسطة التحصيل وينتهى بتفكرات المهندس دالرصيل
وملحوظاته على الارصاد الجارية فى البحر مع الاوكتان او البوصلة
والجزء الثالث يحتوى على كيفية انشاء الخرط العسكرية وتفصيل جميع الاشياء
المتضمنة لها تلك الخرط وتبيين الخرط الجيدة والمعارف اللازمة للمهندس الماهر
لاجل انشاء خرطة جيدة وفيه ذكر الجدول الذى لابد وان يصحب الخرطة وفيه
كذلك طريقة اخذ الصور الطبوجرافية واخذ صورة معسكر واشغال العساكر
المانعة لهم هجوما وذبا واخذ صورة داخل مدينة واستحكاماتها الخفيفة والدائمة
والخنادق المستعملة فى حفظها والذب عنها
والجزء الرابع يتعلق بذكر جميع ما يخص اخذ صور عمارات مدنية وتعلقاتها وكيفية
انشاء المنويات على الارض امازيادة على العمارة لاجل تحسينها وتزيينها اوانشاء
جديدا ورسم الطرق وسط الغابات
وبازالة بعض فصول من اصل هذا الكتاب وزيادة عدة ابواب مفيدة عليه صار
من اتم الكتب المؤلفة فى هذا الفن وربما قام مقام عدة كتب اخرى كان يضطر
المهندس لمراجعتها والوقوف عليها اذا اراد ان تكون له دراية كلية بعلم لم يزل
على حالة الازدياد فى كل زمان واوان

(الجزء الاول)

يشتمل على كيفية عمل اصل خرطة ما وعلى تعيين ابعاد الاماكن المختلفة من اقليم عن خط نصف نهار وعموده وعلى رد الزاوية الى الافق والى مركز الوضع اذا لم توجد فيه

(الباب الاول)

(مقدمة)

قد راينا ان من الواجب ابتداء هذا الكتاب بذكر بعض مسائل فى تعيين نقطة او محل على سطح الكرة الارضية ولذا لزم ان نذكر تعاريف الخطوط المفروض انها مرسومة فيها واستعمالها فنقول

بواسطة تقاطع عمودى لقوسين من دائرتين عظيمتين مرسومتين على سطح الكرة اما تحقيقا او فرضا تعلم حقيقة وضع اقليم او مديرية او نقطة ما جغرافية

واحدى الدائرتين العظيمتين الموجودتين على سطح الكرة كما فى (شكل ١) هى دائرة الاستواء وقطباها ومحورها هما قطبا الكرة ومحورها وهذه الدائرة المذكورة تقسم الكرة الى قسمين متساويين

فالقسم الكائن من الكرة بحسب استقرارنا بعد خط الاستواء هو نصف الكرة الجنوبى والمقابل له وهو الموجود فى الجهة الشمالية نصف الكرة الشمالى

والدائرة الاخرى من الدائرتين العظيمتين المارة بقطبى الكرة وهى عمود على دائرة الاستواء هى دائرة نصف النهار وحيث ان دائرة الاستواء يمكن تقاطعها فى جميع نقطها بدوائر نصف النهار ينتج من ذلك انه يوجد دوائر نصف نهار متعددة فبالضرورة لابد لكل محل من دائرة نصف نهار تخصه وتخص جميع المحال المارة بها

ومن هذه الدوائر ما يجب ان يكون ممتازا عنها وهو ما يسمى بدائرة نصف النهار الاولى وهى تمر بجزيرة الحديد التى هى فى غربى الجزائر الخالدات بمسافة ومنها

تعدد رجات خطوط انصاف النهار الاخر عشرة فعشرة من الغرب الى الشرق لكن المستعمل فى الخرط الفرنساوية المتأخرة نصف النهار المار برصد خانة باريز وبعد دائرة نصف النهار الاولى المذكورة عن سائر دوائر انصاف النهار الاخرى هو ما يسمى بالطول وبعد دائرة الاستواء عن اى نقطة من دائرة نصف النهار هو العرض ثم هو يكون جنوبيا اذا ذهبت فى العد من دائرة نصف النهار نحو القطب الجنوبى وشماليا اذا ذهبت جهة الشمال او جهة القطب الشمالى ومتى وقفت على طول المحل وعرضه سواء كان جنوبيا او شماليا سهل عليك معرفة المحل على خرطة عمومية او خصوصية وللوقوف على ذلك تعد من دائرة نصف النهار الاولى على دائرة الاستواء عدد درج ودقايق طول ذلك المحل ومن نهاية هذا الطول تصعد على دائرة نصف النهار التى يمكن تصورها فى ذلك المحل اما مرسومة او مارة به الى ان تصل الى عدد الدرج والدقايق الكائن فى العرض الشمالى او الجنوبى فهناك تجد المحل المطلوب ثم ان علماء الفلك وضعوا فى كتبهم جداول تشاهد فيها اطوال وعروض المدن الاصلية فى اقسام الدنيا الاربعة مع غاية الضبط والتدقيق الذى يمكن تحصيله بالارصاد

والخرطة المبنى اصلها على ارصاد وحسابات فلكية بحيث ان كل محل اصلى من الاقليم المصور عليها يوجد مصورا على حسب طوله وعرضه قد تكفى فى بعض الاشغال لكن مثلها لا ينفع فى اجراء اغراض وحركات لابد فيها من معرفة الاقليم ووضع ما يشتمل عليه من دقايق الاشياء فان كثيرا من الاحوال يقتضى معرفة الطرق الموصلة من مدينة الى قرية ومن قرية الى ضيعة ومن ضيعة الى اخرى ومعرفة وضع قصر او بيت او التزام او طاحون او قنطرة او مخاضة او غابة او نحو ذلك من الدقايق وهذه التفاصيل مما يتعلق بالمهندس الجهادى

فجميع الاشياء الاصلية توجد فى محالها الخصوصية بواسطة صورة الاقليم الذى يرسمه ذلك المهندس ويقتضى هذه الصورة يتجه قايد العساكر اما للهجوم او الذب عن المحل المراد فيجد فيها جميع الطرق التى يجب سلوكها حتى يطرد الاعداء من محالهم ويتبصر احوالهم فى مسالكهم فيمنع نزولهم او يأخرهم عنه

فيعمل المهندس يرى قايد العسكر المحال التي يمكن ان يكمن فيها بعض بلكات لاجل توقيف الاعداء والذب عن ذخيرته ومنع ذخيرة الاعداء ومعرفة مواضع القناطر والمخاضات التي يلزم كسرها او ابقاءها التعويق الاعداء

ويجب على مهندسى العسكر الذين ترى الدولة ان من الموافق ارسالهم فى الارادى اولا ان يشتغلوا بجميع ما يتعلق بانتخاب عسكر الجيش ثم بسائر الاوضاع المختلفة التي يمكن ان يكون عليها بحسب الاحوال و بحسب الوقت والاهمية يجب ان يفصلوا مع الهمة معينة المعسكر وميسرته وقلبه ومقدمه ومؤخره ثم يعرضون علمهم هذا على قايد العساكر

وثانيا ان يأخذوا رسم الصفوف والمحطات المهمة وما يتحصن به اما من جهة وضعها واما من جهة عدد العساكر الكثيرين الذين يحطون بها وبهذه الكيفية يكون حفظ الجيش ووقاية حركاته التي يعملها الذى القدوم على العدو

وعلى المهندسين ان يأخذوا صورة الخندق وجميع ما يتعلق بالهجوم على الحصون والذب عنها وبحسب حقيقة المشروع فيه والوقت المعد لفعله يجب على المهندس ان يستعمل قواعد مختلفة لرسم اساس خرطة وتفاصيلها وها نحن نوضح عدة طرق ربما تستعمل فى بعض احوال مخصوصة تعرض لنا فنقول

(الباب الثانى)

(فى الطرق اللازمة لعمل اصل خرطة)

رسم خرطة اقليم او مديرية او مدينة او منزل وتوابعه او نحو ذلك عبارة عن اخذ شكلها بالاختصار وفى علم الهندسة العادية وعلم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع قواعد صحيحة تعين على هذا الغرض ولنفرض ان هذه القواعد مقررة معلومة وليس علينا الآن تطبيقها فنقول

(فى الكلام على قياس قاعدة لانشاء اصل خرطة)

(١)

لانشاء ذلك اى لاجل وضع جميع الاشياء المشهورة من اقليم على فرخ

من ورق كما هي بنسبة بعضها الى بعض يلزم رسم جملة مثلثات اضلاعها طويلة بحسب الاماكن فيبدء اولا بقياس اعظم طول على استقامة واحدة على ارض مستوية مع الاهتمام التام ويقال لذلك الخط المقيس قاعدة

(٢)

وليتنبه الى انه اذا كان يمكن قياس المسافة بين شيئين ثابتين ومرئيين رؤية تامة يلزم ايثار ذلك وجعله قاعدة للعمل وذلك يغني عن وضع علامتين في نهايتي القياس الاصلي لانهما قد لا يريا غالبا وربما رماهما الهواء او اناس غير ملتفتين والاحسن تحقيق هذا البعد بتكرير العمل ويكون ذلك باستعمال جملة من الرجال تنقسم الى اقسام كل قسم منها يقيس البعد المذكور ويعلمون بعضهم بذلك

فاذا كان قياس الجميع واحدا فهو مضبوط وان ظهر بين القياسات فرق اوفروق اعتبر ذلك الفرق ويأخذ الحد الوسط بين هذه الفروق يحصل الضبط الكلي وزيادة على ذلك يفهم بسهولة كيفية السلوك في اخذ اصل خرطة لخرطة الاقليم المصور في (الشكل ٢)

(في طريقة اجراء الاعمال اللازمة لانشاء اصل خرطة)

(٣)

اذا فرضنا ان المطلوب عمل خرطة اقليم او رسم وضع اماكن على الورق مثل ابلون و برينه و كالي و اروة و ديانويل ونحو ذلك كما في (الشكل ٢) يبتدء الانسان بالصعود على قدر الامكان على برج او منار اونحو ذلك بحيث يكشف الجزء الاعظم من الاماكن المراد معرفة وضعها ثم ينتقل الى الاماكن المختلفة اللازم الانتقال اليها ليتصور جميع الاشياء تصورا خفيفا ويرسمها على الورق بطريقة تقريبية وهذا الرسم الاول الذي يسمى تسويدا يستعمل للاستدلال على القياسات المختلفة التي يعتمدها الانسان في اجراء الاعمال ولابد من الاعتناء بتمييز نوع كل مكان بحيث يكتب على التدقيق اسم القرية والاشياء المراد رسمها ويعمل دفترا يبين فيه جنس الشئ المحررة عليه النظارة

من كونه برجا او منزلا او منارا او طاحونا او نحو ذلك فان كان منارا فانه يلزم ايضا تمييزها اتجهت اليه النظارة منها من هلال وحربة ونحو ذلك بحيث لا يشتبه عليه الامر لو غشه المشيرون

واذا كان الشيء منزلا فانه يلزم تمييز النقطة المتوجه اليها الشعاع النظرى من برج ونحوه مما يتعلق بالمنزل

واذا كان المكان طاحونا او شجرة او برج حمام فانه يلزم ايضا تمييزها عن بعضها باسمائها او بعلامات ما

ومن المستحسن ايضا ان يبين بالتقدير فى الدفتر جميع الابعاد من محل وقوفه الى تلك الاشياء لئلا تختلط جميع الاشياء المتشابهة ببعضها والتى لها اسماء متحدة او اتجاهات كذلك

(٤)

فلا بتداء عمل اصل خرطة اقليم يفرض ان بين فلير و اروال سهلا قيست فيه قاعدة اكبر ما يكون على استقامة هذين المكانين بحيث ان احدى طرفى هذه القاعدة الذى هو ا على استقامة الخط الذى بين ميرى وباكور الكائن خلف النقطة ا واماميها نفرض ان طول هذه القاعدة يساوى ٢٠٠٠ ميتر

وان العمل تم بواسطة الاجرافوميتر ذى النظارتين اوبدائرة التكرار بان وضع مثلا الجرافوميتر بحيث يكون مركزه مسامتا لنقطة ا ونظارته الثابتة على استقامة اب على اشارة موضوعة فى النقطة ب ونسمى هذه النقطة محررا اول وهكذا جميع المحال التى تتجه اليها النظارة او العضادة السفلى يقال لها محررات اول فيوجد محررات اول بعدد انتقال النظارة الثابتة المذكورة فاذا حررنا النظارة المذكورة على النقطة ب فبعد تثبيتها على النقطة ب الكائنة فيها الاشارة تحرر النظارة الاخرى بالتوالى على جميع الامكنة الممكنة الرؤية من تلك النقطة التى هى ا مثل دنوال و باكور و بوبره ونحو ذلك وبعد كل عملية يكتب فى الدفتر مقدار الزاوية الحادثة

من

من القاعدة والشعاع النظرى المار بالمحل الذى جرى عليه العمل

(٥)

فاذا حررنا مثلا النظارة المتحركة بالتوالى على دنوال و باكور و بوره وغيرها نعد على دائرة الالة ٢ ٤ ٣٢° بين اتجاه القاعدة اى المحرر الاول وبين النظارة المتحركة فى اول عملية و٢٨ ٥٠° فى العمل الثانى و١ ٨٣° فى العمل الثالث وتكتب هذه الزوايا فى الدفتر المعنون باسم الاقليم المراد اخذ صورته كما ستراه فى الباب الاتى

(تنبيه) قد ابقوا العمل على التقسيم القديم الذى هو تقسيم محيط الدائرة الى ٣٦٠ جزءا متساوية لكن يمكن ترجيع كل عملية الى التقسيم الجديد الذى هو ٤٠٠ قسم متساوية وذلك ان نرمز بالحرف ح الى الدرجة الاعشارية فتكون النسبة بين الدرجة القديمة والدرجة الجديدة معبرا عنها بهذا

$$\frac{٤٠٠^{ح}}{٣٦٠} = \frac{١٠^{ح}}{٩} = ١{,}١١١١^{ح}$$

والنسبة التى بين الدرجة الجديدة والقديمة هكذا

$$\frac{٣٦٠^{\circ}}{٤٠٠} = \frac{٩^{\circ}}{١٠} = ٠{,}٩^{\circ}$$

فقد علم انه لاجل تحويل الدرج القديم للجديد يضرب ١١١١ر١ح فى مقدار الدرج القديم فيكون الحاصل درجا جديدا والعكس بالعكس بان يضرب ٩ر٠° فى الجديد فيحصل القديم

(تطبيق ماذكر)

اذا كان المطلوب تحويل زاوية مقدارها ٣٧٨ر٤٣ ٥٣ ٦٧ الى درج جديد يضرب هذا المقدار فى ١١١١ر١ح فيوجد بعد اخذ مقدار كاف من الارقام الاعشارية ٧٥ر٤٣٩٣ح واذا كان المطلوب العكس يضرب مقدار ٩ر٠ فى ٧٥ر٤٣٩٣ح فيحدث ٤٣ر٢٥١ ٥٣ ٦٧°

وهذا هو المقدار المتقدم تقريبا ويمكن التوصل الى تلك النتيجة بطريقة اسهل من المارة بان يجرى العمل على الزاوية التى مقدارها ٨ ٣٧٨ ٣ ٤٣ ٥٣ ٦٧
ثم تحول الدقايق والثوانى الى اعشارى فيحدث معنا ٦٧،٨٩٥٤

فاذا اضفنا لهذا المقدار تسعه	٧،٥٤٣٩
يحدث كما تقدم	٧٥،٤٣٩٣

وكذا العكس اى اذا كان المطلوب تحويل هذا المقدار ٧٥،٤٣٩٣ الى

الدرج القديم يكتب هكذا	٧٥،٤٣٩٣
ثم يطرح منه عشره	٧،٥٤٣٩٣
فيكون الباقى	٦٧،٨٩٥٣٧

ثم تحول الاجزاء الاعشارية الى دقايق وثوانى واجزاء ثوانى فيحدث ٣٣٢ ٣ ٤٣ ٥٣ ٦٧ وهذا الحاصل وان كان اقل ضبطا مما قبله الا انه كاف فى العمل.

(الباب الثالث)

يشتمل على ترتيب كتابة الزوايا الجارى عليها العمل فى اخذ اساس خرطة

(الاعمال الواقعة فى النقطة أ)

(العمل الاول)

(٦)

قد حررت النظارة السفلى اى الثابتة على علامة النقطة ب فوجد

بين النقطة ب التى هى المحرر الاول و
- ذنوال ٢ ٤ ٣٢
- باكور ٢٨ ٥٨
- بوبره ١ ٨٣

(العمل الثانى)

قد حررت النظارة الثابتة على بوبره التي صارت محررا اول فوجد

بين بوبره و	بلويل	٤٥	٤١
	ابلون	٢٠	٧٢

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة الثابتة على ابلون التي صارت محررا اول فوجد

بين ابلون و	بواسي	٥٤	٨
	قلير	٣٩	٢٤
	اروه	٥٧	٤١
	ميري	٢	٨١
	ديانويل	٤٨	٩٣

(العمل الرابع)

قد حررت النظارة الثابتة على ديانويل التي صارت ايضا محررا اول فوجد

بين ديانويل و	فلوكور	٢٩	٣١
	دانجه	١٥	٤٩
	انديل	١٢	٦٤
	سردون	٣٦	٨٤
	نقطة ب	٥١	١١٠

(٧)

وبعد تمام هذا العمل تجمع مقادير الزوايا الواقعة بين القاعدة والمحررات الاول بان يجمع الى عدد الدرج الذى بين النقطة ب و بوبره مقدار الزاوية التي بين بوبرة و ابلون والحاصل الى مقدار الزاوية التي بين ابلون و ديانويل ثم هذا الحاصل الى مقدار الزاوية التي بين ديانويل والنقطة ب فان كان مجموع هذه الزوايا مساويا الى ٣٦٠ على التقسيم القديم او ٤٠٠ على التقسيم الجديد كان العمل صحيحا وان زاد او نقص بعض دقايق امكن الاعتماد عليه لان هذا الفرق القليل يمكن ان يحدث من تقدير الدقايق على

الجرافوميتر الذى نصف قطره صغير اذا كانت الالة مضبوطة التقسيم وصالحة لجميع الاحوال وان زاد او نقص درجه او عدة درج فلابد من اعادة العمل ثانيا

(٨)

فاذا جمعنا الاربعة اعمال التى تركب منها الوضع المتقدم اى مقدار الزوايا الواقعة بين المحررات الاول لحاصلها الذى هو كناية عن دائرة الافق يكون وضعه هكذا

الزاوية الاولى الواقعة بين ب وبوره . . .	١	٨٣°
الثانية الواقعة بين بوره و ابلون . . .	٢٠	٧٢
الثالثة الواقعة بين ابلون و ديانويل . . .	٤٨	٩٣
الرابعة الواقعة بين ديانويل والنقطة ب . .	٥١	١١٠
مجموعها = ...	٠٠	٣٦٠

فحيث تمت الاعمال فى النقطة ا وصحت كما اسلفنا ننتقل الى النقطة ب ونضع الآلة فيها فتحرر نظارتها الثابتة السفلى اولا على استقامة ب ا على الاشارة الكائنة فى النقطة ا ثم تؤخذ مقادير الزوايا وتكتب فى الدفتر هكذا

(الاعمال الحاصلة فى النقطة ب)

(العمل الاول)

(٩)

قد سورت النظارة السفلى على الاشارة الكائنة فى النقطة ا التى هى محرر اول فحدث

بين النقطة ا و	بوره	٤٠	٥١°
	ميرى	١٥	١٨
	سردون	١٨	٢٠
	ديانويل	٣٠	٣٢
	فلوكور	٤٤	٤١
	دنجه	٣١	٧١
	انديل	٣٠	٩٩

(العمل الثانى)

قد حررت النظارة السفلى على انديل وهذا ايضا محرر اول فحدث

بين انديل و	يبلى	٤٧	٢٦°
	فاجه	٣١	٣٨
	ديلوت	٤٢	٥٠
	اروال	٣٠	٨٠
	بريسالك	٣١	٨٩

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة السفلى على بريسالك وهذا ايضا محرر اول فحدث

بين بريسالك و	كربتى	٥َ	٣٧°
	دنوال	٣٠	٧٠

(العمل الرابع)

قد حررت على دنوال فحدث

بين دنوال و	باكور	٢٠َ	٣٤°
	بوبره	٤٩	٤٨
	دروى	١٤	٦٢
	نقطة ا	٢٩	١٠٠

ثم تجمع كما فى العمليات السابقة فى النقطة ا مقادير الزوايا الكائنة بين المحررات الاول فيوجد

فى الزاوية الاولى	٣٠َ	٩٩°
فى الزاوية الثانية	٣١	٨٩
فى الزاوية الثالثة	٣٠	٧٠
فى الزاوية الرابعة	٢٩	١٠٠
فتكون دائرة الافق	٠٠	٣٦٠

(تنبيهات مهمة)

(١٠)

يجب فى كل وضع الاهتمام بتحقيق كون النظارتين بينهما توازام لابان يحررا على شئ واحد ثم ينظر هل محور النظارة العليا على صغر دائرة الالة اولا فان لم يكن عليها اعتبر التوازى

(١١)

والتوازى هو القوس الصغير او مقدار القوس الصغير المحصور بين الوضعين المتوازيين لنظارتى آلة اوعضاد تيها المحررتين على شئ واحد وهذا المقدار هو الذى يعتمد عليه باضافته الى مقادير الزوايا المحصورة بين محررين اولين اوطرحه منها بحسب كونه ناقصا اوزائدا

(١٢)

وليتنبه الى انه يلزم ارسال اشعة نظرية من نقطة الوضع الى جميع الاشياء التى تنظر من تلك النقطة كما يعتنى غاية الاعتناء فى الزوايا الحادة جدا اذا وجدت واحتيج لاستعمالها ومع ذلك فلا بد من الشك فى المثلثات التى هى فيها

(١٣)

وليتنبه ايضا غاية التنبه الى انه متى كان المطلوب عمل حساب الابعاد ينبغى ولا بد رسم مثلثات ليس لها زوايا حادة جدا ولا منفرجة جدا

(١٤)

وبعد الاعتناء فى مقادير الزوايا الحادثة بين الاشعة المنبعثة الى الاشياء المرئية من النقطتى ا و ب يستحسن عمل سائر الاوضاع الاخرى فى المنارات وطواحين الهوآء وغيرها من المحال المرتفعة الكاشفة لغيرها دون البرارى المحجوبة بالجبال والغابات والتلال ونحو ذلك فينتقل فوق المحال التى استبان انها الاوفق للعمل

(١٥)

فيختار مثلا نحو د و ا ل و ب و ب ر ه و د ر و ى وغيرها مما تعين وضعه بالاعمال السابقة وبعد الوصول الى كل من هذه المحال ينتخب فيه للعمل المحل الذى انبعث

اليه الشعاعات النظريان اللذان يعينان وضعه فتوضع فيه الآلة وضعا لايقا بحيث ان النظارة الثابتة تكون متجهة على احد هذين الشعاعين او على اى شعاع كان ويؤثر من الاشعة ما كان طويلا ليجعل قاعدة للمثلثات التى تنتج من الاعمال الجديدة وحيث كانت هذه الاعمال كالاعمال التى سبقت فى النقطتين ا و ب فلا حاجة للتكلم عليها غاية الامر ان يقال لابد من تحصيل الزوايا التى بين ابعاد المحال التى لم يجر عليها العمل وكذلك الزوايا الواقعة بين المحال التى عينت بالاعمال السابقة ليتحقق بحساب جديد هل المحل الذى عين هو محل الوضع الحقيقى ام لا

(١٦)

فاذا اعدنا العمل بطريقة اخرى على محل سبق تعيينه فاما ان يتحقق صحة العمل واما ان توجد غلطات لم يتفطن اليها سواء فى الحساب المتقدم او فى بعد من محل الى آخر او فى طريقة اخذ مقادير الزوايا واغما ظهر ان هذه الطريقة صحيحة فى وقتها الكون مجموع عدد الزوايا الحادثة حول نقطة يساوى ٣٦٠° مع ان ذلك فى الحقيقة خطأ بسبب ان الخلل الذى كان بالزيادة فى احدى الزوايا كان بالنقصان فى مقدار زاوية اخرى منها فحيث انه يلزمنا الرجوع فى مثل هذه الحالة الى محل العمل ليعاد ويضبط رأينا ان المناسب قبل الابتعاد من محل الوضع ان تحسب جميع المثلثات الممكن حسابها خوفا من اهمال الحساب الى زمن آخر فان ذلك يحوج للرجوع الى المكان الذى وقع فيه الخلل بعد البعد عنه جدا وبالجملة فلاجل عدم احتياج العمل الذى عمل لادنى شئ ينبغى ان تقاس القواعد الجديدة بعد كل مسافة وان تستعمل لمعرفة الابعاد التى عينت سابقا بالحسابات وبما تقدم من الكلام على طريقة الاعمال وتقييدها فى الدفاتر فى المثالين المتقدمين يستغنى عن ذكر الاعمال الستة الآتية الا انها ضرورية لتبيين طريقة جداول الحسابات التى توجد بعد ذلك

(الاعمال الحاصلة فى دنوال)

(العمل الاول)

(١٧)

قد حررت النظارة السفلى على بوره فحدث

بين بوره و	النقطة أ	٠	٠	٤٩′	٥٢°
	النقطة ب	٠	٠	٣٨	٩٩
	انديل	٠	٠	٢٢	١١٢

(العمل الثاني)

قد حررت النظارة المذكورة على النقطة ب فحدث

بين النقطة ب و	اروال	٠	٠	٣′	٤٥°
	بريسالداوكريني	٠	٠	٥٢	٧٠
	مرليو	٠	٠	٥	١٠٨

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة المذكورة على مرليو فحدث

بين مارليو و	كومب	٠	٠	٨′	٢٧°
	ارسى	٠	٠	١٧	٣٥
	جانى	٠	٠	٧	٥٢

(العمل الرابع)

قد حررت النظارة المذكورة على جانى فحدث

بين جانى و	ليرالك	٠	٠	٤٧′	١٥°
	بوجول	٠	٠	٥٩	٣٨
	اشير	٠	٠	١٨	٤٧
	بلانويل	٠	٠	٣٠	٥٢
	بوير	٠	٠	٤٨	٧٧
	بوره	٠	٠	١٠	١٠٠

		دقائق	درجات
دائرة الافق	اول زاوية	٣٨	٩٩
	ثاني زاوية	٠	١٠٨
	ثالث زاوية	٧	٥٢
	رابع زاوية	١٠	١٠٠
الحاصل		٠٠	٣٦٠

(الوضع الحاصل في بوبره)

(العمل الاول)

(١٨)

قد حررت النظارة السفلى على النقطة ا فحدث

		دقائق	درجات
بين النقطة ا و	سيردون	٤٤	٢٢
	النقطة ب	١٩	٤٥
	دنوال	٥٢	٧٦

(العمل الثاني)

قد حررت النظارة السفلى على دنوال فحدث

		دقائق	درجات
بين دانوال و	باكور	٣٦	١
	جاني	١٥	١
	اشير	٥٢	٦٩
	پوجول	٤٨	٩٤

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة السفلى على پوجول فحدث

		دقائق	درجات
بين پوجول و	بوبر	٤٥	١٩
	كليمون	٣٢	٤٤
	دروى	١٢	٨١
	ابلون	٤٠	١٠٧

(العمل الرابع)

قد حررت النظارة السفلى على ابلون فحدث

بين ابلون و	بليويل	٤٣	٢٨°
	بواسى	١٠	٤٤
	اروه	٥٠	٥٠
	قلير	١٧	٦٥
	النقطة أ	٤٠	٨٠
دائرة الافق	اول زاوية	٥٢	٧٦°
	ثانى زاوية	٤٨	٩٤
	ثالث زاوية	٤٠	١٠٧
	رابع زاوية	٤٠	٨٠
الحاصل		٠٠	٣٦٠°

(الاعمال الحاصلة فى دروى)

(العمل الاول)

(١٩)

قد حررت النظارة السفلى على ابلون فحدث

بين ابلون و	بريينة	٥٠	٣٧°
	اروه	٢٦	٦٥
	بواسى	١٠	٧٤
	بليويل	١٠	٩٢
	بوبره	٥٢	١٢٥

(العمل الثانى)

قد حررت النظارة السفلى على بوبره فحدث

بين بوبره و . .	بوير	٠	٠	١٥	٢٧°
	كليون	٠	٠	٥٥	٣٧
	موسى	٠	٠	١٢	٤٨
	پلانويل	٠	٠	٢٦	٥٥
	پوجول	٠	٠	١٩	٦٦

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة السفلى على پوجول فحدث

بين پوجول و . .	چيزى	٠	٠	٤٧	٣٢°
	كاوزو	٠	٠	٣٠	٤٠
	استوال	٠	٠	١٢	٧٥

(العمل الرابع)

قد حررت النظارة السفلى على استوال فحدث

بين استوال و . .	لينول	٠	٠	٠	٦٥°
	ابلون	٠	٠	٣٧	٩٢

دائرة الافق . .	اول زاوية	٠	١٠	٥٢	١٢٥°
	ثانى زاوية	٠	٠	١٩	٦٦
	ثالث زاوية	٠	٠	١٢	٧٥
	رابع زاوية	٠	٠	٣٧	٩٢
الحاصل		٠	٠	٠٠	٣٦٠°

(الاعمال الحاصلة فى اروه)

(العمل الاول)

(٢٠)

قد حررت النظارة السفلى على ابلون فحدث

بين ابلون و . .	بريينة	٠	٠	٦	١٤°
	لورسى	٠	٠	٦	٩٠

(العمل الثانى)

قد حررت النظارة على لورسى فحدث

بين لورسى و	جيسالك	٠	٠	١٦	٥٦°
	ديانويل	٠	٠	١٨	٩٠

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة السفلى على ديانويل فحدث

بين ديانويل و	فلوكور	٠	٠	٣٢	١٧°
	ميرى	٠	٠	٥٩	٣٠
	النقطة	أ	٠	٤٥	٦١
	فلير	٠	٠	١١	٧٠
	بوبره	٠	٠	٣٨	٩٧

(العمل الرابع)

قد حررت النظارة السفلى على بوبره فحدث

بين بوبره و	بواسى	٠	٠	١٢	١٦°
	دروى	٠	٠	١٦	٤٢
	ابلون	٠	٠	٥٨	٨١

دائرة الافق	اول زاوية	٠	٦	٩٠°
	ثانى زاوية	٠	١٨	٩٠
	ثالث زاوية	٠	٣٨	٩٧
	رابع زاوية	٠	٥٨	٨١
الحاصل		٠	٠٠	٣٦٠°

(الوضع الحاصل فى مرليو)

(العمل الاول)

(٢١)

قد

قد حررت النظارة السفلى على دنوال فحدث

بين دنوال و . . . . { كريني . . . ٠٠ ٢٠° / بريسالك . . ٣٥ ٧٧ }

(العمل الثانى)

قد حررت النظارة السفلى على كريني فحدث

بين كريني و بريسالك . . . . . . ٣٥ ٥٧°

(العمل الثالث)

قد حررت النظارة السفلى على بريسالك فحدث

بين بريسالك و مالو . . . . . ١٨ ٤٥°

(الاعمال الحاصلة فى كالى)

(٢٢)

قد حررت النظارة السفلى بالتوالى على كل من بريينه و ايروه و بواسى و دروى و ابلون فحدث

بين	بريينه و ايروه .	٤٥	١٠٨°
	ايروه و بواسى .	٣٠	٣٨
	بواسى و دروى .	٣٠	٨٧
	دروى و ابلون	٣٠	٦٢
	ابلون و بريينه	٤٥	٦٢
مقدار دائرة الافق		٠٠	٣٦٠°

ثم ان ما تقدم كاف فى بيان طريقة السلوك فى اخذ الزوايا لاجل عمل اصل الخرطة والعادة ان كتابة مقادير الزوايا فى الدفاتر اقل مشقة من كتابتها فى اوراق متفرقة وان كتب فيها عدد الدرج والدقايق والثوانى بالتفصيل بين شعاعين بصريين وايضا الدفتر مفيد جدا لبيان السلوك فى حساب المثلثات

(الباب الرابع)

فى استعمال قواعد علم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع فى حساب المثلثات

(٢٣)

بعد اخذ مقادير الزوايا الحادثة بين الاشعة البصرية المنبعثة من بعض الاماكن الى اخرى سواء كان ذلك الاخذ بواسطة الجرافوميتر او بواسطة دائرة التكرار التي بها يكون ضبط العمليات المجبود وزيا اكثر من غيرها يلزم الاستعانة بقواعد علم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع ولنفرض ان قارئ هذا الكتاب لا بد وان يكون مستحضرا على هذا الفرع من علم الهندسة

وحينئذ يعرف البعد بين شيئين اجرى عليهما العمل باعتبار كل واحد منهما في رأس مثلث معلوم منه زاويتان وضلع فالقاعدة التي قيست بغاية الضبط وصححت هي الضلع المعلوم من احد المثلثات الذي يبدء منه العمل ثم تستخرج مقادير الزوايا من دفتر العمل ولنذكر بعض امثلة لذلك فنقول

(المثال الاول)

اذا كان المطلوب معرفة البعدين بين بوبره ونهايتي القاعدة ا و ب يقال

(٢٤)

لحل المثلث المعلوم فيه ضلع وثلاث زوايا فقدار القاعدة اب ٢٥٠٠ ميتر ومقدار الزاوية الواقعة بين النقطة ب و بوبره بمقتضى الاعمال الحاصلة في النقطة ا كما في النمرة (٦) ا َ ٣ ٨٣° ومقدار الزاوية الواقعة بين ا و بوبره بمقتضى الاعمال الحاصلة في النقطة ب ٠َ ٤ ٥١° كما في النمرة (٩) ومن هاتين الزاويتين تعلم الزاوية المتممة للمثلث اى الزاوية الحادثة من بوبره مع البعدين الواصلين من هذا المحل الى كل من النقطتين ا و ب وهذا اذا لم تقدر تقديرا خصوصيا بواسطة العمل كما في بند (١٨) ومقدارها ٩ ١َ ٥ ٤٥° ولاجل معرفة البعدين المطلوبين يبدء اولا بايجاد البعد الذي بين بوبره والنقطة ا ويرمز لهذا البعد بالرمز ب ا ثم يركب هذا التناسب

جا ١٩ ٤٥° : جا ٤٠ ٥١° :: ٢٥٠٠م : ب ا

فاذا اخذنا اللوغاريتمات يحدث

لوغا

لوغا بَ ا = لوغا ٢٥٠٠م + لوغا جا ٤٠َ ٥١°
− لوغا جا ١٩ ٤٥°

ثم يتم هذا العمل كما سيأتى باستعمال التمامات العددية وبطرح عشرة من العدد الصحيح من الحاصل يحدث لوغاريتم البعد المطلوب وهكذا

لوغا ٢٥٠٠م	= ٣,٣٩٧٩٤٠٠
لوغا جا ٤٠َ ٥١° . . .	= ٩,٨٩٤٥٤٦٣
التمام العددى للوغا ١٩َ ٤٥° . .	= ٠,١٤٨١٢٧٩
حاصل الجمع او لوغا بَ ا . . .	= ٣,٤٤٠٦١٤٢

وهذا العدد يقابل فى الجداول اللوغاريتمية عدد ١٣ ر٢٧٥٨م مقربا لواحد من مائة

ثم يشرع ثانيا فى ايجاد البعد الذى بين بوبره و النقطة ب الذى رمزه ب بَ ثم يركب التناسب هكذا

جا ١٩َ ٤٥° : جا اَ ٨٣° :: ٢٥٠٠م : ب بَ

فاذا اخذنا لوغاريتم هذا التناسب يحدث

لوغا ب بَ = لوغا ٢٥٠٠م + لوغا جا اَ ٨٣°
− لوغا جا ١٩ ٤٥°

فلوغا ٢٥٠٠م	= ٣,٣٩٧٩٤٠٠
لوغا جا اَ ٨٣°	= ٩,٩٩٦٧٦٦٢
التمام العددى للوغا جا ١٩َ ٤٥° . . .	= ٠,١٤٨١٢٧٩
حاصل الجمع او لوغا ب بَ . .	= ٣,٥٤٢٨٣٤١

وهذا الحاصل يقابل ٠٧ ر٣٤٩٠م مقربا لواحد من مائة

(المثال الثانى)

اذا كان المطلوب ايجاد البعدين اللذين احدهما بين اروه و النقطة ا والآخر بين اروه و بوبره يقال

(٢٥)

لحل مثلث معلوم فيه البعد الكائن بين بوبره و النقطة ا الذى تقدم انه يساوى ٢٧٥٨,١٣م والزاوية الكائنة فى النقطة ا بين بوبره و اروه المركبة من زاويتين رأسهما فى النقطة المذكورة واحداهما وهى المساوية ٢٠َ ٧٢ْ كائنة بين بوبره و ابلون والاخرى وهى المساوية ٥٧َ ٤١ْ كائنة بين ابلون و اروه كما هو مبين فى النمرة (٦) ومجموعهما وهو الزاوية التى بين بوبره و اروه يساوى ١٧َ ١١٤ْ ومعلوم فيه ايضا الزاوية التى فى بوبره بين اروه و النقطة ا ولاجل تعيينها ينظر فى الاعمال الحاصلة فى بوبره كما فى النمرة (١٨) فيوجد ان الزاوية الواقعة بين ابلون و النقطة ا تساوى ٤٠َ ٨٠ْ وان الزاوية الواقعة بين ابلون و اروه تساوى ٥٠َ ٥٠ْ ومن حيث ان الزاوية المطلوبة هى فاضل هاتين الزاويتين يكون مقدارها ٥٠َ ٢٩ْ ومعلوم فيه ايضا الزاوية الكائنة فى اروه بين بوبره والنقطة ا ولاجل ايجادها ينظر فى الاعمال الحاصلة فى اروه كما فى النمرة (٢٠) فيوجد ان مقدار الزاوية التى بين ديانويل و بوبره ٣٨َ ٩٧ْ وان مقدار الزاوية التى بين ديانويل و النقطة ا ٤٥َ ٦١ْ فاضل هاتين الزاويتين الذى هو ٥٣َ ٣٥ْ هو الزاوية المطلوبة وحيث علمت ثلاثة زوايا المثلث الحادث من النقطة ا و اروه و بوبره وقد علم منه ايضا ضلع سهل معرفة البعدين المطلوبين بمقتضى ما نشرع فيه من الحسابات فنقول

اولا لاجل ايجاد البعد الذى بين اروه والنقطة ا يرمز اليه بالرمز اا ثم يركب هذا التناسب

جا ٣٥ ٥٣° : جا ٥٠ ٢٩° :: ١٣ ,٢٧٥٨م : اا

لوغا اا = لوغا ١٣ ,٢٧٥٨م + لوغا جا ٥٠ ٢٩°
ـ لوغا جا ٥٣ ٣٥°

فلوغا ١٣ ,٢٧٥٨م . . . . = ٣,٤٤٠٦١٤٢
ولوغا جا ٥٠ ٢٩° . . . . = ٩,٦٩٦٧٧٤٥
التمام العددى للوغا جا ٥٣ ٣٥° . = ٠,٢٣٢٠٠١١
حاصل الجمع او لوغا اا . . . . = ٣,٣٦٩٣٨٩٨

وهذا المقدار يحدث البعد المطلوب

اا = ٦٤ ,٢٣٤٠م

وثانيا لاجل ايجاد البعد الذى بين ب وه و اروه يرمز اليه بالرمز ب ا
ثم يركب هذا التناسب

جا ٥٣ ٣٥° : جا ١٧ ١١٤° :: ١٣ ,٢٧٥٨ : ب ا
ولوغا ب ا = لوغا ١٣ ,٢٧٥٨ + لوغا جا ١٧ ١١٤°
ـ لوغا جا ٥٣ ٣٥°

فلوغا ١٣ ,٢٧٥٨ . . . . = ٣,٤٤٠٦١٤٢
ولوغا جا متمم ١٧ ١١٤° اولوغا جا ٤٣ ٦٥° = ٩,٩٥٩٧٦٧٦
التمام العددى للوغا جا ٥٣ ٣٥° . . = ٠,٢٣٢٠٠١١
الحاصل او لوغا ب ا . . . . = ٣,٦٣٢٣٨٢٩

وهذا المقدار يحدث البعد المطلوب.

ب ا = ٢٦ ,٤٢٨٩م

وهذان المثالان كافيان فى بيان كيفية الوصول لمعرفة ضلعى المثلث بواسطة الاعمال التى جرت على الزوايا وكيفية تعيين الابعاد المراد معرفتها بين الاشياء وقد ضممنا لذلك جدولا يشتمل على حل جملة مثلثات ورتبناه بكيفية مخصوصة مع ان لكل احد ان يرتبه بالكيفية التى يظهر له انها الاوفق وها هى صورته .

*(انموذج حساب

بيان العمليات	الزوايا المقاسة بواسطة الاعمال
المطلوب حساب المثلث الحادث بين النقطة ب و بربوه و دنوال يرمز للاضلاع بالرموز بب و بَد و بد	بين بوبره و دنوال = ٤٩َ ٤٨° بين النقطة ب و دنوال = ٣٣ ٣١ بين النقطة ب و بوبره = ٣٨ ٩٦ حاصل الزوايا الثلاث ٠ = ٠٠ ١٠٨ النسب جا٣٨َ ٩٩° : جا٤٩َ ٤٨° :: ٣٤٩٠٫٠٧م : بَد ――――― جا٣٨َ ٩٩° : جا٣٣َ ٥١° :: ٣٤٩٠٫٠٧م : بم
المطلوب حساب المثلث الحادث بين النقطة ب و دنوال و كريى يرمز للاضلاع بالرموز بد و بك و دك	بين دنوال و كريى = ٢٥َ ٣٣° بين النقطة ب و كريى = ٥٢ ٧٠ بين النقطة ب و دنوال = ٤٣ ٧٥ حاصل الزوايا الثلاث ٠ = ٠٠ ١٠٨ النسب جا٤٣َ ٧٥° : جا٥٢َ ٧٠° :: ١٨٥٢٫٢٧م : بك ――――― جا٤٣َ ٧٥° : جا٢٥َ ٣٣° :: ١٨٥٢٫٢٧م : دك

المثلثات

(حساب الابعاد)

قدوجدان بت = ٣٤٩٠,١٠٧

ولحساب بعد تَد يوجد

لوغا ٣٤٩٠,٠٧م . . . = ٣,٥٤٢٨٣٤١

لوغا جا ٤٩َ ٤٨° . . . = ٩,٨٧٦٥٦٨٠

التمام العددى للوغا جا ٣٨َ ٩٩° . = ٠,٠٠٦١٦٧٦

حاصل الجمع او لوغا تَد . = ٣,٤٢٥٥٦٩٧

فعلى هذا تَد . . = ٢٦٦٤,٢٢م

لاجل حساب بد يوجد

لوغا ٣٤٩٠,٠٧م . . . = ٣,٥٤٢٨٣٤١

لوغا جا ٣٣َ ٣١° . . . = ٩,٧١٨٧٠٣٠

التمام العددى للوغاجا ٣٨َ ٩٩° . . = ٠,٠٠٦١٦٧٦

حاصل الجمع او لوغا بد . = ٣,٢٦٧٧٠٤٧

فعلى هذا يكون بد . = ١٨٥٢,٢٧م

فقدوجد بد = ١٨٥٢,٢٧م

ولاجل حساب بك يوجد

لوغا ١٨٥٢,٢٧م . . . = ٣,٢٦٧٧٠٤٤

لوغا جا ٥٢َ ٧٠° . . . = ٩,٩٧٥٣٢٠٨

التمام العددى للوغا جا ٤٣َ ٧٥° . . = ٠,٠١٣٦٣٧٠

حاصل الجمع او لوغا بك . = ٣,٢٥٦٦٦٢٢

فعلى ذلك بك . . = ١٨٠٥,٧٧م

لاجل حساب دك يوجد

لوغا ١٨٥٢,٢٧م . . . = ٣,٢٦٧٧٠٤٧

لوغا جا ٤٥َ ٣٣° . . . = ٩,٧٤٠٩٣٣٧

التمام العددى للوغا جا ٤٣َ ٧٥° . = ٠,٠١٣٦٣٧٠

حاصل الجمع اولوغا دك . . = ٣,٠٢٢٢٧٥٤

فعلى ذلك دك . . = ١٠٥٢,٦٣م

(٢٦)

فقد نتج من الاعمال والحسابات المتقدمة ان مقدار البعد بين النقطة ا و ب المقيس حيث كان مساويا ٢٥٠٠م

يكون

مقدار البعد بين النقطة ا و بوبره . . .	=	٢٧٥٨,١٣
ومقدار البعد بين النقطة ب و بوبره . .	=	٣٤٩٠,٠٧
ومقدار البعد بين النقطة ا و اروه . .	=	٢٣٤٠,٩٤
ومقدار البعد بين بوبره و اروه . .	=	٤٢٨٩,٢٦
ومقدار البعد بين بوبره و دانوال . .	=	٢٦٦٤,٢٣
ومقدار البعد بين النقطة ب و دنوال .	=	١٨٥٢,٢٧
ومقدار البعد بين النقطة ب و كريني .	=	١٨٠٥,٧٧
ومقدار البعد بين دنوال و كريني . .	=	١٠٥٢,٦٣

الخ

(٢٧)

ثم انه قد يتفق فى اثناء العمل على المثلثات المطلوب حسابها ان لا يعرف الا شيئان من الاشياء الثلاثة اللازمة لتعيين المثلث اما لعدم امكان قياس بعض الزوايا واما لنسيان قياسه فيتوقف الانسان ومع ذلك فلا يصح ان يستنتج من ذلك انه لا يمكن تعيين الابعاد ولنذكر لك مثالين بواسطتهما تعرف طريقة السلوك فى مثل هذه الحالة

(٢٨)

المثال الاول ان يفرض ان لا معلوم فى المثلث الحادث من الابعاد الكائنة بين دنوال و مرليو وبين دنوال و كريني وبين كريني و مرليو وفى المثلث الحادث من الابعاد الكائنة بين كريني و مرليو وبين كريني و بريسالك وبين بريسالك و مرليو الاضلاع فقط والزاوية المقابلة له المعينة فى مرليو بين كريني و دنوال وبين كريني و بريسالك ولنفرض ان هذه الامكنة الثلاثة على استقامة واحدة ولحل كل من هذين

المثلثين

المثلثين تستعمل طريقة المعلم بوطنوت وهي ان يمر محيط دائرة بدنوال وكريني ومرليو واخر بكريني وبريسالك ومرليو فالاول يكون مركزه في ج والثاني مركزه في و ولنرمز من الآن فصاعدا لكل من تلك الاماكن باول حرف من اسمه اختصارا فنرمز للمثلثين المتكلم عليهما بالحروف دكم و مكب ونرسم انصاف الاقطار ج د و ج ك و و ك و و ب ثم تنزيل عمودين ج ش و و ى على المستقيم دكب يحدث مثلث قائم الزاوية ج ش ك معلوم فيه زيادة عن الزاوية القائمة الزاوية ش ج ك التي مقدارها ٢٠° والمساوية لزاوية دمك المقيسة في مرليو ومعلوم فيه ايضا الضلع ش ك المساوي ٥٢٦٫٣١٥م وهذا المقدار هو نصف البعد المحصور بين دنوال وكريني فبالرمز لنصف القطر بالرمز ر في الجداول اللوغاريتمية يحسب مقدار ج ك بهذا التناسب

جا ٢٠ : ر :: ٥٢٦٫٣١٥م : ج ك

المعلومة فيه الحدود الثلاثة الاول فلم يبق علينا الا تعيين مقدار ج ك = ١٥٣٨٫٨٤م وحيث ان في المثلث القائم الزاوية و ى ك الزاوية ك و ى التي مقدارها ٣٥َ ٥٧° والمساوية ايضا الزاوية ك م ب المعينة في مرليو معلومة وكذلك الضلع ك ى المساوي ٩٠٢٫٨٨٥م وهذا هو نصف مقدار البعد الكائن بين كريني وبريسالك فاذا حسب و ك بهذا التناسب

جا ٣٥ ٥٧° : ر :: ٩٠٢٫٨٨٥م : و ك

علم ان مقدار و ك = ١٠٦٩٫٠٥م

فاذا وصلنا الآن بين مركزي الدائرتين بالمستقيم ج و الذي هو بالضرورة عمود على الوتر ك م وقاسم له قسمين متساويين يحدث مثلث ج ك و معلوم فيه الضلعان ج ك و و ك والزاوية ج ك و المساوية لتمم

مجموع الزاويتين ج ك ش و ك ب المنحصرتين بينهما الكون دنوال و كريني و بريسالك على استقامة واحدة ومن حيث ان الزاوية ج ك ش = ٧٠° والزاوية و ك ب = ٣٢° ٢َ ٢٥ً يكون مقدار الزاوية ج ك و = ٧٧° ٣٥ فاذا طرح هذا المقدار من مقدار القائمتين فالباقي وهو ١٠٢° ٢ ٢٥ هو مقدار مجموع الزاويتين الاخريين ك ج و و ك و ج من المثلث ج ك و وفاضلهما يعرف بتركيب هذا التناسب هكذا

نسبة مجموع الضلعين الى فاضلهما كنسبة ظل نصف مجموع الزاويتين المقابلتين لهذين الضلعين الى ظل نصف فاضلهما اى

٢٦٠٨،٣٩م : ٤٦٩،٨٩م :: ظا ٥١ ١ ١٢ ٣٠ :

حد رابع يعرف به ان ١٢° ٥٦َ مقدار نصف فاضل هاتين الزاويتين اللتين نصف مجموعهما يساوى ٥١° ١ ١٢ ٣٠ فباضافة نصف المجموع الى نصف الفاضل يوجد المقدار الاكبر وبطرح نصف الفاضل من نصف المجموع يوجد الاصغر فيوجد ان مقدار الزاوية ك و ج = ٦٤° ٨َ ٣٠ً ومقدار الزاوية ك ج و = ٣٨° ١ ١٦ ٣٠ فاذا ضعف هذا المقدار يحدث ٧٦° ٣٣ وهو مقدار الزاوية ك ج م وحينئذ يعلم من المثلث المتساوى الساقين الذى هو ك ج م ثلاث زوايا وضلع وبهذا التناسب

جا ٥١° ١ ٤٣ ٣٠ : جا ٧٦° ٣٣ :: ١٥٣٨،٨٤م : ك م

يعلم ان البعد الذى بين كريني و مرليو يساوى ١٩٠٦،٤٣م وبمعرفة هذا البعد تسهل معرفة البعد الذى بين مرليو و دنوال لكون مثلث ك د م معلوم فيه الزاوية د ك م المركبة من الزاوية د ك ج المساوية ٧٠° ومن الزاوية ج ك م المساوية ٥١° ١ ٤٣ ٣٠ ومعلوم فيه ايضا الزاوية ك م د المساوية ٢٠° والضلعان ك د و ك م وبالقياس على ماتقدم يعرف البعد الذى بين مرليو و بريسالك بادخاله فى حساب المثلث م ك ب المعلوم فيه الزاوية م ك ب المركبة من الزاوية م ك و المساوية ٣٦° ٥٨ ٢٠ ومن الزاوية و ك ب المساوية ٣٢° ٢ ٢٥

والمعلوم

والمعلوم فيه ايضا الزاوية كـ م ب المساوية ٣٥ ٧ °٥ والضلعان كـ م و كـ ب وبهذه المثابة يعلم البعدان اللذان بين كرينى و مرليو وبين مرليو و بريسالك

(تنبيه) قد يتفق ان الاشياء التى يعلم بالنسبة اليها شئ آخر تكون على خط مستقيم مثل دنوال و كرينى و بريسالك ولذلك ثلاث صور يكثر حصولها

الاولى ان تكون الزاوية الحادثة بين بعدين معينين خارجة بالنسبة لمحل غير معين كالزاوية الحادثة بين البعدين اللذين من كرينى الى بريسالك ومن بريسالك الى مرليو بالنسبة الى مرليو .

الثانية ان تكون هذه الزاوية داخلة بالنسبة لمكان غير معين كالزاوية الحادثة بين البعدين اللذين من نقطة ب الى بريسالك ومن بريسالك الى مانو بالنسبة الى مانو

الثالثة ان يكون المكان غير المعين محصورا فى المسافة التى بين ابعاد معلومة وذلك مثل كالى المحصورة بين الابعاد التى من بريينه الى اروه ومن بريينه الى دروى اوالى بواسى ومن دروى الى اروه اوالى ابلون

(٢٩)

المثال الثانى ان يفرض ان المكان غير المعين كالى كائنا فى المسافة التى بين البعدين المعلومين اللذين من بريينه الى اروه ومن بريينه الى دروى وان المطلوب تعيين البعد الذى بين كالى و اروه والبعد الذى بين كالى و دروى بواسطة معرفة الزاويتين المعينتين فى كالى اللتين احداهما بين بريينه و اروه والاخرى بين بريينه و دروى

فيمر محيط دائرة من بريينه و اروه و كالى ثم آخر من بريينه و دروى و كالى ومركز الاول كـ والثانى ل والمثلثان المراد معرفتهما اللذان هما ب كـ ا و ب كـ د معلوم فى كل منهما ضلع والزاوية المقابلة له ثم بعد تمرير انصاف الاقطار كـ ب و كـ ا و ل ب و ل د ينزل عمودان كـ م و ل ن ويوصل بين ب ا و ب د بخطين

مستقيمين فيحدث مثلثان متساويا الساقين ب ك ا و ب ل د ومن حيث ان المثلث القائم الزاوية الذى هو ك ب م معلوم فيه الزاوية القائمة والزاوية ب ك م المتممة للزاوية ب ك ر المساوية للزاوية ب ك ا المقيسة فى كالى والضلع ب م المساوى لنصف البعد الذى بين برينه و اروه يحسب نصف القطر الذى هو ب ك بواسطة هذا التناسب

جا ب ك م : ر :: ب م : ب ك

ومن حيث ان المثلث القائم الزاوية الذى هو ب ل ن معلوم فيه الزاوية القائمة والزاوية ب ل ن المتممة للزاوية ب ل س المساوية للزاوية ب ك د المقيسة فى كالى والضلع ب ن المساوى لنصف البعد المحصور بين برينه و دروى يحسب ايضا نصف القطر ب ل بواسطة هذا التناسب

جا ب ل ن : ر :: ب ن : ب ل

ثم بعد معرفة نصف القطرين تستخرج الزاوية ل ب ك وبجمع الزاوية ا ب د المقيسة فى برينه بين اروه و دروى الى حاصل الزاويتين المعلومتين ك ب م و ل ب ن وتوصيل المركزين ل و ك كما فى المثال السابق يستقيم ن ك يحدث مثلث ل ب ك معلوم فيه ضلعان ب ك و ب ل والزاوية المحصورة بينهما ل ب ك ثم يعين كل من الزاويتين ب ك ل و ب ل ك ويوصل بين ك و ك فيحدث مثلث متساوى الساقين ب ك ك معلوم فيه زواياه الثلاثة وضلعاه ك ب و ك ك فحينئذ يعلم ب ك وعلى هذا يكون المعلوم فى كل من المثلثين ب ك د و ب ك ا المطلوبين زاوية وضلعين فحينئذ يتحصل معنا جميع ما يلزم لمعرفة الابعاد التى من كالى الى اروه ومن كالى الى دروى ومن اروه الى دروى مع التنبه

الى ان الزاويتين ب ك ل و ب ا ك متساويتان ويمكن تقدير ب ك و ا ك فى مثلث ب ا ك بواسطة معرفة ضلع وزاويتين

وبمقتضى ما اسلفناه يسهل السلوك بالطريقة المذكورة فيما يعرض للانسان من الاحوال المختلفة

(۳۰)

قد يطرء فى عدد المثلثات اللازم حلها لاجل عمل خرطة اقليم عوائق ومشكلات غالبها ظاهرى ويسهل ازالتها بالجرى على ما ستراه فيما نذكره من المسائل

(المسئلة الاولى العملية)

(۳۱)

ليفرض اولا كما فى (شكل ۳) ان المطلوب تعيين مثلث ا ب ك الذى ليس معلوما منه الا ضلع ا ب والزاوية ا ب ك وانه لا يمكن معرفة شئ من الزوايا الباقية لانه يوجد على استقامة ك ا غابة او عائق ما يعوق عن رؤية الاماكن المراد تعيينها وانه لا يمكن قياس بعد ك ب كله بل جزء منه فقط

(حلها)

يقاس على اتجاه ك ب او على امتداده اكبر بعد يمكن قياسه وهو ك د الى ان يرى من النقطة د الشئ المراد رؤيته ا فحينئذ يعين فى النقطة ب مقدار الزاوية د ب ا وفى النقطة د الزاوية ا د ب وحينئذ يكون المعلوم من المثلث ا د ب ضلعا وزاويتين ثم يحسب ضلع د ب الذى اذا اضيف اليه او طرح منه مقدار ك د الذى قيس نتج مقدار الضلع ك ب ومن حيث ان زاوية ا ب ك معلومة فرضا يحل بسهولة المثلث ا ب ك حيث كان معلوما منه الضلعان ا ب و ب ك والزاوية ا ب ك المحصورة بينهما

(٣٢)

واذا لم يمكن قياس كـ د لاعلى كـ ب ولاعلى امتداده يقاس على جهة ما المستقيم كـ هـ على يمين النقطة كـ اويسارها ويعين فى النقطة ب مقدار الزاويتين كـ ب هـ و هـ ب ا وفى النقطة هـ مقدار الزاويتى اهـ ب و اهـ كـ فبواسطة هذه الزوايا والضلع اب يسهل ايجاد الخط ب هـ ثم الخط ب كـ ويعين مثلث ا ب كـ كما تقدم فبهذه الكيفية يدخل كـ ب فى المثلثات التى تحدث ويمكن جعله قاعدة فى اثناء الاعمال

(٣٣)

(المسئلة الثانية)

يفرض ثانيا كما فى (الشكل ٤) ان المعلوم طول الخط ا ب الذى لايمكن ان يعرف من نهايتيه ما يلزم لايجاد المستقيم كـ د المحتاج اليه فى ايجاد سلسلة مثلثات متصلة بالمثلثات التى بها عرف ا ب وانه زيادة على ذلك لايمكن قياس كـ د ولاجزء منه ولا قياس بعد ما يكون احدى نهايتيه كـ او د بل الممكن انما هو تقدير الزاويتين ا كـ ب و ب كـ د فى النقطة كـ وتقدير الزاويتين كـ د ا و ا ذ ب فى النقطة د

(حلها)

من حيث انه لايمكن قياس الخط كـ د يفرض له اقل ما هنالك طول ما وهذا الطول على اى حال كان لا يغير مقادير الزوايا التى عينت فى نهايتيه كـ و د وحينئذ فمقادير الزوايا تبقى على حالة واحدة واضلاع المثلثات الحادثة من الطول المفروض للخط كـ د متناسبة مع الاضلاع المناظرة لها فى المثلثات التى تعلم من الطول الحقيقى لهذا الخط لكون هذه المثلثات متشابهة .

اذا تقرر ذلك نقول بعد تعيين الزاويتين ا كـ ب و ب كـ د

(٣٣)

فى النقطة ك والزاويتين ك د ا و ا د ب فى النقطة د يعلم اوّلا من المثلث ا ك د زاويتان وضلع مفروض فحينئذ يمكن حساب مستقيمى ج ا و د ا بالنسبة للطول المفروض للضلع ك د وثانيا من مثلث ب د ك زاويتان وضلع ك د فحينئذ يوجد ضلعان ك ب و د ب

وثالثا من مثلث ا د ب ضلعان د ا و د ب والزاوية المحصورة بينهما وبواسطة ذلك يحسب الضلع ا ب لكن بالنسبة للمقدار المفروض للضلع ك د وحينئذ يلزم لايجاد الابعاد الحقيقة وضع هذه التناسبات

ا ب المفروض : ا ب الحقيق :: ك د المفروض : ك د الحقيق

:: ا ك : ا ك

:: ا د : ا د

:: ب د : ب د

:: ب ك : ب ك

(تنبيه فى طريقة رسم المثلثات المعلومة الاضلاع بالحساب)

(٣٤)

اذا علمت مقادير الاضلاع الثلاث من مثلث امكن رسم شكله ولكن قد تحدث عند الرسم على الورق مشكلات فى اعطاء خط طويل جدا من درج مقياس الخرطة الاختصارى بقدر ما وجد بالحساب لطوله الحقيق على الارض ومع غاية الاعتناء فى الرسم قد لا تتيسر تقاطعات واضحة فى الخطوط خصوصا اذا كانت الزاوية الواقعة بين ضلعين من مثلث قليلة الانفراج

ولا بد ان يمنع الخلل الناشئ من هاتين المضرتين بتعيين البعد بين كل مكان من الاقليم وخط مستقيم ت و مار بنقطة معينة كما فى (الشكل ٥) وكذلك بحساب البعد بين هذه الامكنة ومستقيم آخر ز ص عمود على الاوّل ومار من النقطة المذكورة فيكون من المعلوم ان الخط الاول يعتبر خط نصف نهار اى

خطا مارا بتحت الاقليم لكى تكون الخريطة فى وضع مناسب

(الباب الخامس)

(فى رسم الاشياء بالنسبة لخط نصف نهار وعموده)

(٣٥)

بمقتضى الطريقة المعتادة المستعملة للوضع تكون جميع الاشياء الكائنة عن يمين نصف النهار ت و كما فى (شكل ٥) على شرقيه وجميع الاشياء الكائنة عن يساره على غربيه وجميع الاشياء التى فوق عموده ز ص على يسار هذا العامود وجميع لاشياء الكائنة عن اسفل هذا العامود على جنوبه

وينتج من ذلك اولا ان جميع الاشياء الموجودة فى الزاوية القائمة ت ب ص تكون على شرقى نصف النهار ت و وعلى يسار عموده ز ص

وثانيا ان جميع الاشياء التى فى الزاوية القائمة ت ب ز تكون على غربى نصف النهار ت و وعلى شمال عموده ز ص

وثالثا ان جميع الاشياء التى فى الزاوية القائمة ز ب و تكون على غربى نصف النهار ت و وعلى جنوب عموده ز ص

ورابعا ان جميع الاشياء التى فى الزاوية القائمة و ب ص تكون على شرقى نصف النهار المذكور وعلى جنوب عموده

ولنبين اولا الطريقة التى بواسطتها يعلم فى اى زاوية من الزوايا القائمة الاربع توضع نقطة ما من نقط اقليم مفروض ثم تبين بواسطة الحساب الكيفية الموصلة لمعرفة البعد الذى بين كل من هذه الاماكن وخط نصف النهار المار من بوبره وعموده المار ايضا من المكان المذكور المعتبر تحت اقليم

ولمعرفة المسافة التى بين بعض امكنة اقليم وخط نصف النهار يجب اما معرفة الزاوية الحادثة بين هذا الخط والشعاع البصرى المنبعث من مكان الوضع الى بعض الامكنة واما تقدير هذه الزاوية فاتجاه نصف النهار يمكن ايجاده

بطرق

بطرق عديدة ولنذكر منها اثنين فنقول

(في بيان طريقتي معرفة اتجاه نصف النهار)

(٣٦)

لايجاد اتجاه نصف النهار يجب استعمال النجمة القطبية ومنطقة ذات الكرسي او النجمة القطبية والنجمة الثالثة من ذنب الدب الاكبر المجاورة للذي الاربعة اضلاع الذي هو جزء من صورة الدب فحين تقرب هذه النجمة من ان تمر على عين المستوى الرأسي الموجودة فيه النجمة القطبية يؤخذ انفراج الزاوية الحادثة بين النجمة مع هذا السطح والشعاع البصري المنبعث الى مكان مخصوص وبهذا الانفراج يعرف اتجاه دائرة نصف النهار او خط نصف النهار المار بمحل الرصد ومن حيث ان هذا الرصد لا يتأتى الا في الليالي الطويلة التي يشاهد فيها الدب الاكبر مارا تحت النجمة القطبية فلنذكر طريقة اخرى في تعيين اتجاه خط نصف النهار فنقول

لايجاد الزاوية الواقعة بين نصف نهار مكان وخط مار من مكان آخر يؤخذ في يوم واحد او في ايام متوالية لدفع الشك الزاوية الواقعة بين شروق الشمس على الافق وغروبها فيه ويؤخذ ايضا الانفراج الذي بين احد ضلعي هذه الزاوية ومكان آخر بعيد جدا عن نقطة الوضع فنصف مقدار الزاوية الاولى زائدا وناقصا مقدار الزاوية الثانية هو الزاوية الواقعة بين نصف النهار والمكان المختار شرقية كانت او غربية

ولنمثل لذلك بمثال فنفرض ان محل الرصد بوبره ومرادنا ايجاد جهة خط نصف نهارها وانه قد وجد بين مشرق الشمس ومغربها قوس مقداره ٠ ٤َ ١٥٦° وانفراجه جهة الشمال وفي داخل هذا القوس بين مغرب الشمس واروه ٠ ٢َ ٤٦° فالزاوية التي في بوبره بين نصف نهارها واروه تكون مساوية ٣٢° لانه من حيث ان بين نقطتي الافق ٠ ٤َ ١٥٦° يكون نصف نهار بوبره المنصف لهذه الزاوية مارا من كل نقطة من النقط التي شوهد فيها شروق الشمس على الافق بقدر ٠ ٢َ ٥٨° ومن حيث ان الزاوية التي بين

غروب الشمس و اروه مساوية ٠٠ ٤ ٦٠° وداخل الزاوية المؤسسة على
نهايتى القوس الشمسى فالزاوية الكائنة فى بوبره بين اتجاه نصف نهارها
و اروه تكون مساوية لفاضل هذين القوسين الآخرين اعنى مساوية ٣٢°
فى شمال بوبره وغربى نصف نهارها

(٣٨)

واذا لم يكن الافق مكشوفا ولا متساويا كما اعتبرناه آنفا وجب وضع التين بالقرب من بعضهما جدا احداهما لرؤية الشمس على نقطتين مرتفعتين عن الافق ارتفاعا متساويا والاخرى لرصد الزاوية الواقعة بين هذين الارتفاعين المتساويين ومقدار الزاوية الواقعة بين احد هذين الارتفاعين والشئ المختار لنهاية الخط الشعاعى الذى يعرف به اتجاه خط نصف النهار

(طريقة تعيين المسافة بين اى مكان من اقليم وكل من نصف نهار وعموده)

(٣٩)

(لتعيين هذه المسافة تلزم امور)

الاول ان يرجع الى العمل الذى وقع فى المكان الذى وجد فيه اتجاه نصف النهار لايجاد الزاوية الواقعة بين هذا الخط وكل من المسافات المتوالية بين هذا المكان وغيره من الامكنة

الثانى ان يفرض بعد ذلك ان نصف النهار انتقل لمكان تال للمكان الذى عينت فيه جهة الخط فيرجع للعمل الذى وقع فى هذا المكان المنتقل اليه لايجاد مقادير الزوايا الحادثة بين نصف النهار المفروض و بين كل من الخطوط الشعاعية المنبعثة من هذا المكان الثانى الى الاشياء التالية لبعضها بواسطة ابعاد متوالية

الثالث ان يفرض ان نصف النهار انتقل انتقالات متوالية فى امكنة تالية للامكنة التى كان فيها الخط اولا ومرتبطة ببعضها فيرجع ايضا فى كل من هذه الاماكن الى العمل الذى حصل فيه لمعرفة الزاوية الحادثة بين نصف النهار المفروض فيها وكل من الخطوط الشعاعية المعلومة ولنوضح ذلك بهذه الامثلة

فنقول

فنقول

لمعرفة مقدار الابعاد التي بين كل من اروه و دنوال و كريني المتقدمة في (الشكل ٢) وبين نصف نهار بوبره وعموده زص يجب ان يعتبر اولا انا اذا انزلنا من اروه عمودين هك و هد كما في (الشكل ٥) على نصف النهار وعموده يحدث مثلثان قائما الزاوية هكب و هدب معلوم فيهما الوتر الذي بين اروه و بوبره والزاوية القائمة والزاوية هبك المساوية ٣٢ كما في النمرة (٣٧) فحينئذ لايجاد البعد الكائن بين اروه والجزء الشمالي من نصف النهار ت ذ المار من بوبره يركب التناسب هكذا

ر : جا هبك :: هب : هك

ومن حيث ان الزاوية هبك تساوي ٣٢° والضلع هب يساوي ٤٢٨٩,٢٦م يكون هك مساويا ٢٢٧٢,٩٦م والتقدير البعد الكائن بين اروه وعمود نصف النهار زص المار من بوبره يركب هذا التناسب

ر : جت هبك :: هب : هد

فزاوية هبك = ٣٢° و هب = ٤٢٨٩,٢٦م فحينئذ

هد = ٣٦٣٧,٥٠م

ومن حيث ان الزاوية التي في بوبره بين نصف نهارها و اروه اقل من قائمة تكون اروه بالضرورة في شمال العمود زص

فالمتناسبتان المتقدمتان يبينان ان اروه على غربي نصف النهار ببعد يساوي ٢٢٧٢,٩٦م وعلى شمال عموده ببعد يساوي ٣٦٣٧,٥٠م

وثانيا انه لاجل ايجاد البعد الذي بين دنوال ونصف النهار ت ذ والبعد الذي بينها وعمود نصف النهار المار كل منهما من بوبره كما في (الشكل ٥) يشاهد ان هذين البعدين يصنعان زاوية قائمة داخلة في مثلث

قائم الزاوية ضلعه الكائن بين بوبره و دنوال هو وتره ولكن لتعيين هذين البعدين تجب معرفة الزاوية ت ب د الحادثة بين نصف نهار بوبره والشعاع البصرى المنبعث الى دنوال ومن حيث انه وجد فى العمل الحاصل فى بوبره وهو العمل الرابع من النمرة (١٨) ان الزاوية التى بين اروه والنقطة ا مساوية ٥٠ ٢٩° وفى العمل الاول ان الزاوية التى بين ا و دنوال مساوية ٥٢ ٧٦° تكون الزاوية التى فى بوبره بين اروه و دنوال مساوية ٤٢ ٠٦ ٤٠° لكن الزاوية الواقعة بين اروه ونصف نهار بوبره على غربيه تساوى ٣٢° فالباقى بالضرورة على شرقيه بين الجزء الشمالى لنصف النهار المار من بوبره والشعاع البصرى المنبعث الى دنوال وهو زاوية ف ب د تساوى ٤٢ ٧٤°

ومن حيث ان هذه الزاوية معلومة يحدث البعدان المطلوبان د ف و د هـ بواسطة هاتين المتناسبتين

ر : جا ف ب د :: ب د : د ف

ر : جت ف ب د :: ب د : د هـ

فحينئذ الزاوية ف ب د = ٤٢ ٧٤° و ب د = ٢٦٦٤,٢٣ م

فعلى هذا د ف = ٢٥٦٩,٧٩ م و د هـ = ٧٠٣,٠١ م

وحيث ان الزاوية التى فى بوبره بين الجزء الشمالى من نصف نهارها ودنوال اقل من قائمة تكون دنوال ولا بد على شمال العمود ز ص

وثالثا انه لاجل معرفة البعدين كريني التى ليست تالية بوبره ونصف النهار المار من بوبره والبعد الذى بينها والعمود ز ص يجب اولا ان يفرض ان نصف النهار م ن كما فى (الشكل ٥) وعموده ب و ما ران من دنوال وان يعتبر ان الزاوية الكائنة شرقى بوبره بين الجزء الشمالى لنصف نهارها و دنوال مساوية ٤٢ ٧٤° وان الزاوية التى فى دنوال

بين الجزء الشمالى لنصف النهار م ن وبوبره مساوية ١٨ أ ٥ ١٠°
وعلى غربى نصف النهار م ن
فاذا جمعنا الآن العمل الاول والثانى الحاصلين فى دنوال انظر النمرة (١٧)
نجد ان الزاوية المقيسة فى دنوال بين بوبره والنقطة ب مساوية
٣٨ ٩٩° وان الزاوية المقيسة فى هذا المكان بين النقطة ب و كرينى
مساوية ٢ ٥ ٧٠° فيكون حاصل جمع هاتين الزاويتين ٣٠ ١٧٠°
فاذا طرح من هذا الحاصل ١٨ أ ٥ ١٠٥° فالباقى شرقى نصف النهار
المار من دنوال ١٢ أ ٦٥° وهو مقدار الزاوية ج د ك الواقعة
بينه وبين البعد الذى بين دنوال و كرينى
وبمعرفة هذه الزاوية ومعرفة البعد الذى بين دنوال و كرينى المساوى
١٠٥٢٫٦٣ م يوجد البعد الذى بين كرينى ونصف النهار م ن المار من
دنوال والبعد الذى بين كرينى والعمود ب و وبالجرى على ما تقدم فى
اروه و دنوال بالنسبة لنصف نهار بوبره مع تركيب هاتين المتناسبتين

ر : جا ج د ك :: د ك : ك ج

ر : جتا ج د ك :: د ك : ك ش

مع تتميم الحساب يحدث ك ج = ٩٠٠٫٥٥ م و ك ش = ٤٤١٫٥٣ م
ومن حيث ان الزاوية ج د ك اقل من قائمة تكون كرينى على شرقى
نصف النهار م ن وعلى شمال عموده ب و
ولينتبه اولا الى انه من حيث ان كرينى على شرقى دنوال و دنوال
على شرقى بوبره وانه اذا اضيف الى البعد ٢٥٦٩٫٧٩ م المقدار ٩٠٠٫٥٥ م
وهو البعد من كرينى الى نصف نهار دنوال الذى بين كرينى ونصف نهار
دنوال يحدث ٣٥٢٥٫٣٤ م وهو البعد الموجود بين كرينى ونصف النهار
ت و المار من بوبره

وثانيا الى انه من حيث ان كرينى على شمال العمود ب و وان دنوال على شمال العمود زص يقال اذا اضفنا الى ٧٠٣ر٠١ م وهو البعد بين دنوال والعمود زص مقدار ٤٤١ر٥٢م الذى سبق قريبا انه البعد بين كرينى والعمود من يحدث ١١٤٤ر٥٣م وهو البعد الكائن بين كرينى والعمود زص على نصف نهار بوبره

فبهذه الطريقة يوجد البعد بين كل مكان من الخرطة ونصف نهار تخت الاقليم والبعد بين ذلك المكان وعمود ذلك النصف سوآء كان المكان تاليا للتخت او غير تال له ولا يمكن ايجاد البعد الا بواسطة انصاف نهار جديدة تفرض مارة من الاماكن الكائنة بين ذلك المكان والتخت المذكور وتقرب بالتدريج من نصف النهار الاصلى كما سبق فى الامثلة

(٤٠)

قد نتج مما تقدم فى قياس الابعاد المذكور وهذا الجدول

اسماء الاماكن المراد ايجاد البعد بينها وبين نصف نهار وبينها وبين عمود ه	ابعاد هذه الاماكن			
	عن نصف نهار بوبره		عن عمود خط نصف نهار بوبره	
	ميتر		ميتر	
اروه	٢٢٧٣ر٩٦	غرب	٣٦٣٧ر٥٠	شمال
دنوال	٢٥٦٩ر٧٩	شرق	٠٧٠٣ر٠١	شمال
درووى	٣١٣٠ر٣٩	غرب	١٠٩٦ر٢٥	جنوب
اشير	١٤٦٣ر٨٤	شرق	٢٠٥٧ر٣٢	جنوب
كرينى	٣٥٢٥ر٢٤	شرق	١١٤٤ر٤٤	شمال
مرليو	٤٩٩٦ر٤٦	شرق	٠١٦٨ر٦٣	شمال
بريينه	٤٣٠٠ر٠٢	غرب	٢٦٥١ر٧٥	شمال
كالى	٣٦٢٢ر٨٥	غرب	٢٣١١ر٥٧	شمال

في استعمال ابعاد الاماكن بالنسبة لنصف نهارها
وعموده لانشاء اصل الخرطة

(٤١)

الزوايا التي على الارض وان قيست بغاية الضبط لا بد وان يكون فيها انواع من الخلل ينبغي اجتنابها حين يراد تعيين الاماكن الاصلية لخرطة على الورق فلا يلزم استعمال نصف الدائرة في نقل الزوايا الا نادرًا جدًا بل يستعمل المقياس ذو الاجزاء المتساوية لتعيين زوايا المثلثات بواسطة عدد الاقسام المتساوية الموجودة على اضلاع هذه المثلثات وهذه الطريقة ايضا وان كانت اضبط من الاولى الا انه يمكن فيها ان اضلاع المثلثات تتقاطع تقاطعا مائلا جدًا به يحدث خلل صغير لكن بتكرره في الاعمال الاولى يكون في آخر الامر جسيما بحيث يترتب عليه خلط وضع الاماكن الخاص بغيره ولمنع هذه المضار كلها تصوروا تعيين وضع كل مكان بالنسبة لنصف النهار وعموده فتصوروا نسبة وضع كل محل الى نصف نهار وعموده فاذا فرض ان المراد عمل اصل الخرطة المفروضة بواسطة ابعاد كل محل بالنسبة الى نصف نهار بوبره و عموده كما في (الشكل ٦) يجب اولا ان يرسم على الورق المستقيم ا ب ثم ينزل عليه العمود ك د فا ك د هو نصف نهار بوبره والمستقيم ا ب هو عاموده ونقطة التقائهما بوبره

وثانيا ان يرسم من خمسمائة ميتر الى خمسمائة ميتر ومن الف ميتر الى الف ميتر خطوط موازية يمينا ويسارا لنصف النهار ك د وخطوط موازية لعموده ا ب

وثالثا ان يكتب على آخر هذه المتوازيات نمر تدل على البعد بينها وبين نصف النهار ك د من جهة الشرق والغرب وعلى البعد بينها وبين العمود ا ب من جهة الشمال والجنوب وبهذا يسهل تعيين الاماكن الاصلية المؤسسة عليها الخرطة

فاذا فرضنا مثلا ان المراد وضع اروه و دنوال و دروى على الورق

المقسم الى مربعات يشاهد فى الجدول ان اروه على غربى نصف نهار بوبره بقدر ٢٢٧٢,٩٦ م وانها على شمال عموده بقدر ٣٦٣٧,٥٠ م ثم نتبع بهذه الكيفية على غربى نصف النهار ك د الضلع الموازى له المنمر بنمرة ٢٠٠٠ صاعدين على الضلع الموازى جهة الشمال للعمود المنمر بنمرة ٣٠٠٠ فنجد زاوية المربع الموجود فيها اروه جزما فحينئذ اذا رسمنا على شمال الخط المنمر بنمرة ٢٠٠٠ خطا موازيا له على بعد ٢٧٢,٩٦ م واخذنا عليه بالابتداء من الخط المنمر بنمرة ٣٠٠٠ مقدار ٦٣٧,٥٠ م يحدث داخل هذا المربع محل اروه الموجود بالتدقيق على بعده الاصلى من نصف نهار بوبره الذى هو ٢٢٧٢,٩٦ م وعلى بعده الاصلى من عموده الذى هو ٣٦٣٧,٥٠ م

ويشاهد ايضا فى الجدول ان بعد دنوال من نصف نهار بوبره جهة شرقيه يساوى ٢٥٦٩,٦٩ م وان بعدها من عموده جهة شماله يساوى ٧٠٣,٠١ م فيلزم التقدم فى شرقى بوبره الى ان يجاء الى الخط المنمر بنمرة ٢٠٠٠ الموازى لنصف النهار ثم يرسم فى المربع التالى على بعد ٥٦٩,٦٩ م خط مواز للموازى الاول يؤخذ عليه بالابتداء من العمود ا ب مقدار ٧٠٣,٠١ م فحينئذ توجد دنوال موضوعة حقيقة على شرقى نصف نهار بوبره بقدر ٢٥٦٩,٦٩ م وعلى شمال عموده بقدر ٧٠٣,٠١ م وهذه الامثلة كافية فى بيان طريقة رسم جميع اماكن الخرطة المفروضة بحسب بعد كل منها عن خط نصف نهار بوبره وعموده

(الباب السادس)

(فى تحويل الزوايا الى الافقية)

اذا اريد اخذ مقادير الزوايا فى الابنية المرتفعة فالغالب ان يجبر الانسان على ان يقف بالالة فى شبابيكها لينظر منها الاشياء فحينئذ لا تكون رؤس الزوايا المأخوذة لا فى السطح الافقى ولا فى مركز مكان الوضع والفرق فى ذلك صغير جدا لكن لاجل الضبط الكلى لا بأس بتحويل الزوايا الجارى عليها العمل الى الافق ثم لمركز الوضع

(مسئلة عملية)

(٤٣)

اذا كان وضع شيئين ا و ب كما فى (الشكل ٧) بالنسبة للنقطة ك غير افقى بان كان احدهما فوق الخط الافقى ك د بمقدار ا د العمود على ك د وثانيهما تحت الخط الافقى ك ه بقدر ه ب العمود على ك ه فلايجاد الوضع الحقيقى للشيئين المذكورين ا و ب على مستو بالنسبة للنقطة ك يجب تحويل الزاوية ا ك ب المأخوذة فى سطح الشيئين المذكورين الى الزاوية د ك ه الموجودة على السطح الافقى

(حلها)

يرسم من النقطة ك خط ك و بمقدار غير محدود ويكون هذا الخط عمودا على الافقيين ك د و ك ه او عمودا على سطحيهما د ك ه ولتجعل النقطة المذكورة مركزا وبنصف قطر يساوى ك و ترسم اقواس و ج و ف ش و ف ج ويوصل بين النقطتين ى و ش بقوس ش ى وبهذا العمل يحدث مثلث كروى و ى ش معلوم فيه ثلاثة اضلاع لان الضلع ى ش هو قياس الزاوية ا ك ب فى مستوى الشيئين المذكورين وضلع و ى هو قياس الزاوية ا ك و اعنى بعد الشئ ا من سمت و والضلع و ش هو قياس الزاوية ب ك و او بعد الشئ ب من السمت ومن حيث

ان النقطتين ف و ج فى السطح الافقى يكون من الواضح ان مقدار كل من القوسين وف و وج ٩٠° وان القوس ف ج مقياس زاوية الافق ج ك ف ومقياس الزاوية الكروية ج و ف معا فعلى هذا يرجع حل المسئلة الى الاقتصار على ايجاد الزاوية من المثلث و ـــ ش اذا عرفت ثلاثة اضلاعه

وايجاد هذه الزاوية يعلم من اول حالة من احوال حل المثلثات الكروية على العموم من اصول لجاندر فيها ان

جا ½ و = ر √ [جا ½ (ش ـــ + وش ـــ و ـــ) جا ½ (ش ـــ + و ـــ ـــ وش)] ÷ [جا وش جا و ـــ]

فاذا اختصر هذا الناتج بان جعل

نصف القطر . . . . = ١

ومقياس الزاوية ا ك ب او قوسها ش ـــ = ا

والبعد الذى بين المكان ب والسمت و او قوس وش = ب

والبعد الذى بين مكان ا والسمت و او القوس و ـــ = ك

صار

جا ½ و = √ [جا ½ [ا + (ب ـــ ك)] · جا ½ [ا ـــ (ب ـــ ك)]] ÷ [جا ب · جا ك]

ولنطبق هذا الناتج على مثال فنقول ليكن

ا = ٦١° ٠٩′ ٢٧″٫٣

ب = ٩١ ٣٢ ٤٥

ك = ٩١ ٢٥ ٥١

فيحدث

ب ـ كَ = ٥٤″ ٦′ ٠٠°

ا + (بَ ـ كَ) = ٢١,٣ ١٦ ٦١

ا ـ (بَ ـ كَ) = ٣٣,٣ ٢ ٦١

١/٢ [ا + (بَ ـ كَ)] = ١٠,٦٥ ٣٨ ٣٠

١/٢ [ا + (بَ ـ كَ)] = ١٦,٦٥ ٣١ ٣٠

لوغا جا ١/٢ [ا + (بَ ـ كَ)] = ٩,٧٠٧٢١٧٩

لوغا جا ١/٢ [ا ـ (بَ ـ كَ)] = ٩,٧٠٥٧٤٢٧

تمام لوغا جا ب . . . = ٠,٠٠٠١٥٨١

تمام لوغا جا كَ . . . = ٠,٠٠٠١٣٥٦

لوغا (جا ١/٢ و)٢ . . . = ١٩,٤١٣٢٥٤٣

لوغا جا ١/٢ و . . . = ٩,٧٠٦٦٢٧١

المقابل لهذا المقدار ٩,٥″ ٤٥ ٣٠° فحينئذ الزاوية ى كَ ش المحولة الى الافقية اوزاوية دكَ هـ = ١٨,٤٨″ ١٠′ ٦١°

(الباب السابع)

(فى تحويل الزوايا لمركز الوضع)

(٤٤)

قد اخترع اثبات تحويل الزوايا لمركز الوضع الآتى ذكره المعلم دلامبر والاعمال التى حصلت كانت بواسطة دائرة التكرار ذات البطارتين الاتى شرحها . ثم ان تحويل الزوايا لمركز الوضع يستعمل فى صورة مّا اذا تعذر وضع الدائرة المذكورة فى مركز الوضع فان الزوايا الجارى عليها العمل تحتاج لتصحيح يوجد بسهولة بواسطة قوانين عامة سهلة ياتى ذكرها ولنبين ذلك فى هذه المسئلة فنقول

(مسئلة عملية)

(٤٥)

لنفرض ان المراد معرفة الزاوية ا ك ب كما في (شكل ٨) وانه احتيج بسبب معطل ما الى الوضع في النقطة و التي يكشف الشيئين ا و ب منها يجرى العمل على الزاوية ا و ب فالمطلوب التصحيح اللازم ضمه الى الزاوية او ب ليصير اجرآء العمل على الزاوية ا ك ب في مركز الوضع

حلها

الزاوية ا ح ب الخارجة عن المثلث.

ب ح ك = ا ك ب + ك ب و

ومن هذا يحدث ا ك ب = ا ح ب ـ ك ب و

والزاوية ا ح ب الخارجة عن مثلث ا ح و = او ب + و ا ك. ومن هذا يحدث ا ك ب = او ب + و ا ك ـ ك ب و والمثلث ا ك و يحدث منه هذا التناسب

جا و ا ك : جا او ك :: و ك : ا ك

ومنه يحدث

جا و ا ك = و ك جا او ك / ا ك

والمثلث ك ب و يحدث منه

جا ك ب و : جا ب و ك :: و ك : ب ك

ومنه يحدث جا ك ب و = و ك جا ب و ك / ب ك

وبوضع مقادير الزوايا عوضا عنها يحدث

ا ك ب = او ب + و ك جا او ك / ا ك ـ و ك جا ب و ك / ب ك

وبالرمز الى الزوايا اختصارا يحدث ان

الزاوية ا ك ب . . . . = ك

الزاوية او ب . . . . = و

و ك . . . . = ر

وبعد الشيء ا ك الذي على اليمين . . . = د

وبعد الشيء ب ك الذي على اليسار . . = ج

والزاوية

والزاوية ب و ك التى بين الشئ من جهة اليسار الذى على مركز اتجاه الوضع . . . . = ص

فحينئذ يكون

اوك = اوب + ب وك = و + ص

وبالتعويض يحدث

ك = و + ر جا(و+ص) / د − ر جا ص / ج

وهذا القانون عام وبه يستغنى عن الشكل غاية الامر انه لابد من اعتبار هذين الرمزين جا (و + ص) و جا ص فحينئذ يكون الحد الاول من الاختصار موجبا كلما كانت زاوية و + ص اقل من قائمتين وسالبا كلما كانت زاوية و + ص اكبر من قائمتين

والحد الثانى سالبا كلما كانت ص اقل من قائمتين وموجبا كلما كانت اكبر من قائمتين

ويجب ان يكون البعد ك و او ر مبينا باجزاء مماثلة للبعدين د و ج اعنى مبينة بامتارا واجزاء من ميتر بحسب كون د و ج مبينين بالميتر او اجزائه فحينئذ يكون التحويل المعين بواسطة القانون السابق مبينا باجزاء من نصف القطر لكن ينبغى ان تكون تلك الاجزاء ثوانى وللوصول الى ذلك يضرب حدا التصحيح فى القوس المساوى لنصف القطر اعنى فى ٨ و ٤٤″ ١٧′ ٥٧° او يقسمان على جيب ١″ وهذا اسهل من الاول فاذا رمزنا بحرف ك لجيب ١″ وبحرف ر للتحويل الى المركز الذى هو ك − و يحدث

ر = ر جا(و+ص) / د جا ١″ − ر جا ص / ج جا ١″ (١)

وحين تقاس الزاوية اوب فالنظارة العليا تكون متجهة نحو الشئ ب الكائن على الشمال والنظارة السفلى متجهة نحو الشئ ا الكائن على اليمين فاذا تركت النظارة السفلى مثبتة على ا وحركت العليا من اليمين الى الشمال الى ان تتجه على النقطة ك فالقوس الذى تقطعه على الدائرة هو مقياس

الزاوية ب و ك = ص

(٤٦)

قد يتفق فى غالب الاوقات ان يكون مركز الوضع المرموز اليه بالحرف ك قريبا جدا من رأس الزاوية وفى هذه الحالة لا يمكن رؤيته بالنظارة ولمنع هذا الضرر يوسم الجزء الاعلى من انبوبة النظارة بنقطتين احداهما جهة المرآة العينية والاخرى جهة المقابلة للعينية ويشترط ان تكون هاتان النقطتان على خط مواز لمحور النظارة البصرى فتحرك النظارة حتى تكون هاتان النقطتان على استقامة واحدة مع مركز الوضع وذلك يكون اما بالتحديق واما بمد خيط من المرآة المقابلة للعينية الى مركز الوضع بحيث يوازى ذلك الخيط النقطتين المجعولتين على سطح الانبوبة

ولمعرفة الزاوية ص مع الضبط ينبغى تكرير هذه العملية التى وان كانت غير مضبوطة جدا كافية ثم يقاس ايضا البعد ك و مع الضبط الكلى على قدر الامكان خصوصا حين يكون الشيئان الجارى عليهما العمل غير متباعدين جدا ولنطبق القانون على مثال فنقول

ليكن د = ٤٥١٠ م و ج = ٤٧٣٠ م و ر = ٣,٩٦ م
و = ٣٣° ٥٨' ٣٧,٤٣" و ص = ٢٣٢° ٥٥' و و + ص
= ٢٦٦° ٥٣' ٣٧,٤٣"

(صورة الحسابات الاصلية)

فى اول حد من التحويل اى $\frac{\text{ر جا (و+ص)}}{\text{ك د}}$

لوغا ر = لوغا ٣,٩٦ م . . . = ٠,٥٩٧٦٩٥٢

لوغا جا (و+ص) = لوغا جا ٢٦٦° ٥٣' ٣٧,٤٣" = ٩,٩٩٩٣٦١٢

تمام لوغا جا ١" . . . . = ٥,٣١٤٤٢٥١

تمام لوغا د = تمام لوغا ٤٥١٠ م . = ٦,٣٤٥٨٢٣٥

الحاصل او لوغا الحد المطلوب . = ٢,٢٥٧٣٠٥٠

ويقابله ٨٤ر٨٠ ً ولابدان يكون هذا سلبيا لكون و + ص يزيد عن ١٨٠°

فى ثانى حد منه اى ر جا ص / لـ ج ع

لوغا ر = لوغا ٩٦ر٣ م . . = ٠ر٠٥٩٧٦٩٥٢

لوغا جا ص = لوغا ٥٥ ٣٢ ٢٣° . = ٩ر٩٠١٨٧١٩

تمام لوغا جا ا ً . . . . = ٥ر٣١٤٤٢٥١

تمام لوغا كـ = تمام لوغا ٤٧٣٠٠م . . = ٦ر٣٢٥١٣٨٩

الحاصل او لوغا الحد المطلوب . = ٢ر١٣٩١٣١١

ويقابله ٧٦ر٣٧ ً ولابدان يكون هذا ايضا سلبيا لكون ص اكبر من ١٨٠° فيكون

ر = ٨٤ر٨٠ ً + ٧٦ر٣٧ ً = — ٠٨ر٤٣ ً

فعلى هذا الابدوان يطرح من الزاوية المأخوذة فى النقطة و مقدار ٠٨ر٤٣ ً لاجل ايجاد الزاوية ب كـ ا التى تصيربها الزاوية و = ٣٥ر٥٤ ً ٥٧ َ ٣٣°

(٤٧)

(قانون ١) ليس الا طريقة معتادة مبينة بكيفية عمومية بها يستغنى الحاسب او العامل عن رسم الاشكال وعن تبيين جميع الحالات التى تعرض باختلاف اماكن النقطة و بالنسبة لمركز الوضع المرموز اليه بحرف كـ ولنذكر طريقة اقصر من المارة لكونها تبين التحويل فى حد واحد فنقول

(٤٨)

يرسم من رؤس المثلث الثلاث الدائرة اكـب ومن النقطة ب التى هى تقاطع ب و بالدائرة يرسم الوتر كـ ب ووتر ا ب فيكون اكـب = ا ب ب لكن الزاوية ا ب ب الخارجة عن المثلث ا ب و = او ب + و ا ب فالمثلث ا و ب يحدث منه

جا و ا ب : جا او ب :: و ب : ا ب ومنه يحدث

جا و ا ب = و ب . جا او ب / ا ب

والزاوية و ا ب = (وب·حا او ب) / (ل·اب)

فحينئذ ك = و + (وب·حا و) / (ل·اب)

ومن المثلث ك و ب يتبين

حا ك ب و : حا و ك ب :: و ك : و ب = (و ل·حا·و ل ب) / (حا·ل ب و)

فالزاوية ك ب الخارجة عن مثلث و ك ب = و ك ب + ب و ك ومن هذا يحدث و ك ب = ك ب ب ـ ب و ك

وبالتبديل يحدث و ب = (و ل·حا(ل ب ب ـ و ل)) / (حا·ل ب) او يحدث

و ب = (حا(ا ـ ص)) / (حا ا)

بسبب ان ك ب ب = ك ا ب فحينئذ

ك = و + (حا(ا ـ ص)·حا و) / (ل·اب·حا ا)

ثم ننزل ك ز عمودا على الامتداد اب فيحدث اب = از ـ ب ز

والمثلثان القائما الزاوية ك ا ز و ك ب ز يحدث عنهما

از = اك·جت ك اب و ب ز = ك ب·جت

ك ب ز فحينئذ اب = اك·جت ك اب ـ ك ب

جت ك ب ز لكن جت ك ب ز = جت ك ب ا

فيتذكر ان الزوايا المتقابلة في كل ذي اربعة اضلاع مرسوم داخل دائرة تكون

متممة لبعضها يحدث

ـ جت ك ب ا = جت ك ب ا = جت ب فحينئذ

بجعل اك = د يكون اب = د·جت ك اب ـ

ـ ك ب·جت ب لكن

ك ب : و ك :: جا ك و ب : جا ك ب ب ويؤخذ منه

ك ب = (و ل·حا ل و ب) / (حا ل ب ب) = (ر·حا ص) / (حا ا)

فحينئذ $$\text{ا ب} = \text{د جتـ كـ ا ب} - \frac{\text{ر حا ص . حب ب}}{\text{حا ا}}$$

وبالتبديل يحدث

$$\text{كـ} = \text{و} + \frac{\text{ر . حا (ا ـ ص) حا و}}{\text{لـ . حا ا (د . حب كـ ا ب} - \frac{\text{ر . حا ص . حب ب}}{\text{حا ا}}\text{)}}$$ او

$$\text{كـ} = \text{و} + \frac{\text{ر حا . و . حا (ا ـ ص)}}{\text{لـ . (د . حا ا . حب كـ ا ب ـ ر . حا ص . حب ب)}}$$

وبالرمز الى كـ ـ و بحرف ر اختصارا يحدث

$$\text{ر} = \frac{\text{ر حا و . (حا (ا ـ ص))}}{\text{لـ (د . حا ا حب كـ ا ب ـ ر . حا ص حب ب)}}$$

ويمكن ان يحذف فى هذا القانون جتـ كـ ا ب من اول حد من حدود المقام بدون ان يحصل خلل وحينئذ يصير

$$\text{ر} = \frac{\text{ر حا و . حا (ا ـ ص)}}{\text{لـ (د . حا ا ـ ر . حا ص حب ب)}}$$

وبمثل ماتقدم يتحقق فى عمليات الحسابات المثلثية الكبيرة ان الحد الثانى للمقام يكون دآئما صغيرا جدا بحيث يمكن حذفه ليحدث

$$\text{ر} = \frac{\text{ر . حا و حا (ا ـ ص)}}{\text{لـ . د حا ا}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (٢)$$

وهذا التصحيح غير فاسد اذا لم يكن ا ـ ص زآئدا عن ١٨٠° واذا كان ا اقل من ص فعوضا عن ا ـ ص تستعمل الزوايا الاربع القوآئم + ا ـ ص .

فحرف ا يكون دآئما زاوية الشئ الذى على اليمين فى المثلث ب ا كـ كما ان د يكون دآئما بعد الشئ الذى على اليمين

وهذا القانون الثانى اسهل من الاول فى اغلب الاحوال لكن الاول هو المختار لكونه اضبط اذا كان $\frac{\text{ر}}{\text{د}}$ كبيرا جدا وايضا لكونه يوصل للمطلوب فى اقرب زمن اذا اخذت الزوايا الواقعة بين ا و ب وعدة اشياء اخرى لان احد حدى قانون (١) فى هذه الحالة الاخيرة لا يتغير فلا يبقى علينا مما يلزم ان يحسب الا حد واحد فى الزوايا المأخوذة الا الاولى

والغالب ان حدى قانون (١) مختلفا الاشارة فقد ينمحى بعضهما وقد ينمحيان بالكلية وحينئذ يأول التصحيح الى صفر فيحدث فى هذه الحالة

جا(و + ص)/د = جاص/ج ومن هذا يحدث

جا (و + ص) : جا ص :: د : ج

ويحدث ايضا ج جا (و + ص) = د جاص او

ج جاو جتص + ج جاص جتو = د جاص او

ج جاو = (د − ج جتو) جاص/جتص او

ج جاو = (د − ج جتو) ظاص و

ظاص = ج جاو/(د − ج جتو) = ظا ا = ظا (١٨٠° + ا)

فحينئذ ص = ا او ص = (١٨٠° + ا)

ولاجل تصيير التصحيح صفرا يكفى ان يقف العامل بحيث يكون

ص = ا او ص = (١٨٠ + ا)

ويمكن البرهنة على ذلك برهنة اسهل مما تقدم بقانون (٢) وذلك بان يختصر هذا القانون فى الحالة التى فيها ص = ا ليصير هكذا

ر = ل جاد جا(ا − ا)/ل د جا ا = ٠

ويجعل فى الحالة التى فيها ص = ١٨٠° + ا ايلا ايضا الى صفر

وهذه البرهنة تشاهد بالبداهة فى الشكل فان العامل لو وقف فى النقطة ب على محيط الدائرة بدل نقطة و لالت الزاوية ب و ك الى ب ب ك = ب ا ك = ا وحينئذ يمكن العامل ان يحكم بواسطة الزاوية المأخوذة ص بانه اذا كان داخل الدائرة يجد ا − ص > ١٨٠° واذا كان خارج الدائرة يجد ا − ص < ١٨٠° واذا كان على المحيط يجد ا − ص = ٠ او ا − ص = ١٨٠°

ويجب

ويجب ان يقف العامل على محيط الدآئرة بقدر الامكان فانه قد وجد فيما تقدم ان

$$د ب = \frac{ر حا (ا — ص)}{حا ا}$$

فالعامل على هذا بعد ان يأخذ البعد ر من نقطة ما كالنقطة و وزاوية الاتجاه ص لا يبقى عليه الا ان يتقدم فى الاتجاه و ب بمقدار يساوى $\frac{ر حا (ا — ص)}{حا ا}$ فيتحقق انه على المحيط وهذا مفيد فى صورة ما اذا لم يمكن قياس بعد ر قياسا مضبوطا ولنفرض ان هذا البعد ليس معلوما الا باثنين او ثلاثة من عشرة من ميتر تقريبا فيحسب $\frac{ر حا (ا — ص)}{حا ا}$ فيحدث و ب مقربا ببعض اعشار من الميتر فيلزم ان يقف العامل حينئذ قريبا من المحيط فالزاوية ا — ص تصير حينئذ صغيرة جدا والاختصار يكون شيأ يسيرا ايضا فلا يحتاج لزيادة ضبط فى معرفة ر واذا حدث عن الحساب لمقدار و ب كمية سالبة لزم ان يتأخر العامل على استقامة الخط و ب بدل ان يتقدم عليها

(٥١)

ولنفرض ان العامل فى الدور الخارج من منارة او برج وحينئذ لا يمكن التقدم ولا التأخر على الخط و ب فيضع نظارتى دآئرة التكرار بحيث يصنعان الزاوية ا ويمشى بالالة فى الدور المذكور حتى ان النظارة السفلى اذا كانت متجهة الى الشئ الذى على شماله تكون العليا على مركز الوضع وحينئذ يكون التحويل معدوما او يسيرا جدا غير محسوس واذا كان العامل اثنين مع كل منهما آلة بحيث ان احدهما فى يمين مركز الوضع يبحث عن النقطة التى يكون فيها ص = ا والاخر يبحث فى شمال المركز على النقطة التى فيها ص = ١٨٠° + ا فالتحويل يكون معدوما فى كل من النقطتين والاسهل ان تؤخذ الزاوية ١٨٠° — ا المحسوبة من الشمال الى اليمين بدل الزاوية ١٨٠° + ا المحسوبة من اليمين الى الشمال وان كان هذا يرجع الى ذلك

(٥٢)

ثم انه لا يلزم زيادة عماد كروقوف العامل على محيط الدائرة بل يكفى ان يقف على مماس هذا المحيط الذى فيه البعد غير ظاهر وهذا شئ سهل

فاذا فرضنا ان وكَ وَ كما فى (الشكل ٩) هو المماس يشاهد ان الزاوية ب كَ وَ = ب اكَ = ا و اكَ و = ا ب كَ = ب وَ ب كَ و = ١٨٠° — ا و اكَ وَ = ١٨٠° — ب

وهذه المعادلات تبين طرق رسم المماس و وَ اذا امكن وضع الآلة فى المركز فعلى ذلك يمكن ان يقف نحو عشرة عمال على هذا المماس ويرصدوا زاوية واحدة وبهذه الكيفية وضع الخواجة دلامبر على جبل روبروه وعلى برج بيتونه احدى الآلتين حين كانت الاخرى فى المركز كَ ومن حيث ان الزاوية كَ ب وَ صغيرة جدا يحدث بذون خلل ظاهر

ب وكَ = ١٨٠° — ب كَ وَ = ١٨٠° — ا

فالزاوية ب وكَ = ١٨٠° — ب كَ و = ١٨٠° — ١٨٠° + ا = ا

فعلى ذلك يقف العامل بحيث ان اتجاهه الى المركز يصنع على شماله زاوية تساوى ا وعلى يمينه زاوية تساوى ١٨٠° — ا ففى هذه الحالة يكون الوقوف على المماس

ويشاهد عمار بسهولة منع التحويل او تصييره اقل ما هنالك صغرا تقريبا اذا سهل الدوران حول المركز لكن هذا لا يتأتى ابدا الا على الجبال او الابراج المنتهية بسطوح او التى لها عماش خارجة

(٥٣)

ويمكن ايضا ان تقابل العامل حواجز تمنعه ان يقيس البعد الذى بين المركز وزاوية الاتجاه كما وقع للمهندس دلامبر وعمل تجربة فى ذلك وفى هذه الحالة يجرى على ما نذكره من الطرق فنقول

ليكن ش د ـــ هـ كما فى (الشكل ١٠) قطعا افقيا من برج

او هرم

اوهرم او اشارة لا يمكن الدخول فى كل منها لقياس البعد الذى بين المركزين و ك
وزاوية الاتجاه ب و ك ولنفرض انه يمكن قياس البعدين و د و و هـ
عن الزاويتين د و هـ من البرج والزاويتين ب و د و ب و هـ
فمن النقطتين د و هـ تنزل د ج و هـ ف عمودين على و ك فيحدث

$$\text{جا هـ و ف} = \frac{\text{هـ ف}}{\text{هـ و}} = \frac{\text{هـ ك جا ك}}{\text{هـ و}}$$

$$\text{جا د و ج} = \frac{\text{د ج}}{\text{د و}} = \frac{\text{ك د جا ك}}{\text{د و}}$$

فحينئذ يكون

$$\text{جا هـ و ف} : \text{جا د و ج} :: \frac{\text{هـ ك جا ك}}{\text{هـ و}} : \frac{\text{ك د جا ك}}{\text{د و}}$$

$$:: \frac{1}{\text{هـ و}} : \frac{1}{\text{د و}} :: \text{د و} : \text{هـ و}$$

لكن

$$\text{د و} + \text{هـ و} : \text{د و} - \text{هـ و} :: \text{جا هـ و ف} + \text{جا د و ج} : \text{جا هـ و ف}$$
$$- \text{جا د و ج} :: \text{ظا} \tfrac{1}{2} (\text{هـ و ف} + \text{د و ج}) : \text{ظا} \tfrac{1}{2} (\text{هـ و ف}) - (\text{د و ج})$$

ومن ذلك يحدث

$$\text{ظا} \tfrac{1}{2} (\text{هـ و ف} - \text{د و ج}) = \left(\frac{\text{د و} - \text{هـ و}}{\text{د و} + \text{هـ و}}\right) \text{ظا} \tfrac{1}{2} (\text{هـ و ف} + \text{د و ج})$$
$$= \left(\frac{\text{د و} - \text{هـ و}}{\text{د و} + \text{هـ و}}\right) \text{ظا} \tfrac{1}{2}\ \text{د و هـ}$$

ولنفرض ان

البعد و د الذى على اليمين . . . . . = $ر'$
والبعد و هـ الذى على اليسار . . . = $ر''$
والزاوية د و هـ . . . . . = ا
و هـ و ف — د و ج . . . . = د
وزاوية الاتجاه ب و ك . . . . = ص
وزاوية ب و د . . . . . = $ص'$
والزاوية ب و هـ . . . . . = $ص''$

فيحدث

$$\text{ظا} \tfrac{1}{2}\ \text{د} = \left(\frac{ر' - ر''}{ر' + ر''}\right) \text{ظا} \tfrac{1}{2}\ \text{ا} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (٣)$$

ه و ف = ½ ا + ½ د و ه و ج = ½ ا − ½ د

ص = ص' + ½ ا − ½ د = ص'' − ½ ا − ½ د (٤)

ومن حيث ان ك ج = ك ف يكون

و ك = ½ (و ج + و ف)

أو

و ك = ½ (و د جت د و ج + و ه جت ه و ف)

أو

ر = ½ [ر' جت (½ ا − ½ د) + ر'' جت (½ ا + ½ د)]

أو

ر = ½ (ر' + ر'') جت ½ ا • جت ½ د + ½ (ر' − ر'')
جا ½ ا • جا ½ د . . . . (٥)

ويوجد بدون غلط محسوس

ر = ½ (ر' + ر'') جت ½ ا

فبواسطة هذه القوانين الثلاث يتعين ر و ص بغاية الضبط لكن يلزم ضرورة لاجل ذلك معرفة البعدين و د و و ه وزاويتى الاتجاه ب و د و ب و ه فاذا كان ر' اصغر من ر'' يكون ر' − ر'' مقدارا سلبيا و ½ د تتغير علامته فى القانون (٥)

ولا يوجد فى هذه القوانين شئ يتعلق بشكل البرج او الاشارة وحينئذ فلا مانع من ان يكون هذا الشكل مربعا او مستطيلا او مسدسا او مثمنا الخ لكن يجب ان يكون منتظما وعدد اضلاعه مزدوجا ليكون المركز ك موجودا دائما على منتصف القطر د ه

فاذا كان الشكل مستديرا يكون ر' = ر'' فحينئذ يكون د = ٠ و ص = ص' + ½ ا = ص'' − ½ ا و ر = ر' • قا ½ ا

(٥٤)

ومركز محل الناقوس يوجد فيه عادة خشبة راسية يمكن ان تحدث خللا

يساوى ٢ او ٣ سنتيمتر فى ابعاد ر وبعض درج من مقدار زاوية ص وقت تعيينها وقد منع المهندس دولامبر هذا الخلل باستعمال القوانين المتقدّمة

(٥٥)

قد يتفق ايضا انه لا يمكن من نقطة و مشاهدة النقط المتقاطرة من الخشبة الموجودة فى المركز او العلامة لكن يمكن رؤية ضلعى الجهة المجاورة لاحدى هذه النقط وفى هذه الحالة تستعمل القوانين التى نذكرها فنقول

مثلث كَ د و كافى (الشكل ١١) يفيد

كَ د : كَ و :: جا كَ و د : جا كَ د و

ومثلث كَ و هـ يفيد ايضا

كَ هـ : كَ و :: جا كَ و هـ : جا كَ هـ و

وبسبب ان كَ د = كَ هـ يحدث

جا كَ و هـ : جا كَ و د :: جا كَ هـ و : جا كَ د و

و

جا كَ و هـ + جا كَ و د : جا كَ و هـ ــ جا كَ و د :: جا كَ هـ و + جا كَ د و : جا كَ هـ و ــ جا كَ د و

او

ظا $\frac{1}{2}$(كَ و هـ + كَ و د) : ظا $\frac{1}{2}$(كَ و هـ ــ كَ و د) :: ظا $\frac{1}{2}$(كَ هـ و + كَ د و) : ظا $\frac{1}{2}$(كَ هـ و ــ كَ د و)

او

ظا $\frac{1}{2}$ د و هـ : ظا $\frac{1}{2}$(كَ و هـ ــ كَ و د) :: ظا $\frac{1}{2}$(٣٦٠° ــ د و هـ ــ د كَ هـ) : ظا $\frac{1}{2}$(كَ هـ و ــ كَ د و)

او

ظا $\frac{1}{2}$ا : ظا $\frac{1}{2}$(كَ و هـ ــ كَ و د) :: ظا ١٨٠° ــ $\frac{1}{2}$(كَ + ا) : ظا $\frac{1}{2}$(كَ هـ و ــ كَ د و)

فعلى ذلك يحدث

ظا ½ (كَ د هـ ـــ كَ و د) = ـــ ظا ½ أ . ظا ½ (كَ هـ و ـــ كَ د و)
. ظت ½ (كَ + أ)

او

ظا ½ (كَ و د ـــ كَ د هـ) = ظا ½ أ . ظت ½ (كَ + أ)
. ظا ½ (د هـ و ـــ و د هـ)

ومثلث و د هـ ينتج هذا التناسب

و د : و هـ :: جا د هـ و : جا د و هـ

او

و د + و هـ : و د ـــ د هـ :: ظا ½ (د هـ و + و د هـ)
: ظا ½ (د هـ و ـــ و د هـ)

ومن ذلك يحدث

ظا ½ (د هـ و ـــ و د هـ) = ((و د ـــ و هـ)/(و د + و هـ)) ظا ½ (د هـ و + و د هـ)
= ((رَ ـــ رً)/(رَ + رً)) ظا ½ (١٨٠° ـــ أ)
= ((رَ ـــ رً)/(رَ + رً)) ظت ½ أ . . . (٦)

فحينئذ

ظا ½ (كَ و د ـــ كَ و هـ) = ظا ½ أ . ظت ½ (كَ + أ) ((رَ ـــ رً)/(رَ + رً)) ظت ½ أ
= ((رَ ـــ رً)/(رَ + رً)) ظت ½ (كَ + أ) . . . (٧)

فالقانون (٦) يبين مقادير زوايا المثلث هـ د و والقانون (٧) تعلم منه زاويتا كَ و د و كَ و هـ فاذا رمزنا بحرف بَ للاولى من هاتين الزاويتين و بً للثانية منهما يحدث

ص = صَ + بَ = صً ـــ بً . . . . (٨)

ومثلث كَ و د يبين هذا التناسب

و كَ : و د :: جا و د كَ : جا و كَ د

ومنه

ومنه يحدث

$$\text{وكَ} = \frac{\text{ود · حاودكَ}}{\text{حاوكَد}} = \frac{\text{ود · حا(ودهـ+هـدكَ)}}{\text{حا(ودكَ+دوكَ)}}$$

فاذا رمزنا اختصارا للزاوية هـدكَ = كَهـد بحرف ب والزاوية هـدو بحرف عَ والزاوية وهـد بحرف عً يكون

جا(ودهـ + هـدكَ) = جا (عَ + ب) = جا (عً + ب)

جا (ودكَ+دوكَ) = جا (هـدو + هـدكَ + دوكَ)

= جا(عَ + ب + بً) جا (عً+ب+بً)

فعلى ذلك يحدث

$$\text{ر} = \frac{\text{رَ · حا(عَ+ب)}}{\text{حا(عَ+ب+بً)}} \quad \text{او} \quad \text{ر} = \frac{\text{رً · حا(عً+ب)}}{\text{حا(عً+ب+بً)}}$$

(٥٦)

فينتج من القوانين المتقدّمة قوانين يستغنى بها عن عمل الاشكال وهى

(١) ظا ز = رً/رَ

(٢) ظا ١/٢ د = ظا (ز — ٤٥°) · ظا (٩٠° — ١/٢ ا)

(٣) عَ = ٩٠° — ١/٢ ا + ١/٢ د

(٤) عً = ٩٠° — ١/٢ ا — ١/٢ د

(٥) ظا ١/٢ دَ = ظا (ز — ٤٥°) · ظت ١/٢ (كَ + ا)

(٦) بَ = ١/٢ ا — ١/٢ دَ

(٧) بً = ١/٢ ا + ١/٢ دَ

$$(٨)\quad \text{ر} = \frac{\text{رَ حا(عَ+ب)}}{\text{حا(عَ+ب+بَ)}} = \frac{\text{رً حا(عً+ب)}}{\text{حا(عً+ب+بً)}}$$

(٩) ص = صَ + بَ = صً + بً

فاذا كان ز < ٤٥° يكون ز — ٤٥° كمية سلبية و ١/٢ د و ١/٢ كَ تتغير علاماتها فى قوانين (٣) و (٤) و (٦) و (٧)

ويكفى معرفة غَ مع بَ اوالزاوية غً مع بً لكن اذا عملنا الحساب بواسطة هذه الزوايا الاربع يحدث مقدار ر مكررا مرتين وبهذا يتحقق عدم الخلل

(٥٧)

وقد وقع للمهندس دلا مبرانه كان داخل محل ناقوس ضيق جدّا عطلته اخشابه ولم يمكنه ان يأخذ الا احدى الزاويتين صَ او صً اعنى ب و د او ب و هـ

وفى هذه الحالة يلزم قياس الضلع د هـ = ك ومن حيث ان الاضلاع الثلاثة فى مثلث هـ و د معلومة تحسب الزاوية هـ و د او أ بواسطة هذا القانون

$$\text{جا}\,\tfrac{1}{2}\,\text{أ} = \sqrt{\frac{\left[\tfrac{1}{2}(\text{رَ}+\text{رً}+\text{ك}) - \text{رَ}\right]\cdot\left[\tfrac{1}{2}(\text{رَ}+\text{رً}+\text{ك}) - \text{رً}\right]}{\text{رَ}\cdot\text{رً}}}$$

فيحدث جميع ما يلزم فى حساب القوانين المتقدمة لكن قانونا (٨) و (٩) يكونان بسيطين بدل ان يكونا مركبين ولا حاجة لزيادة التصحيح

فاذا اريد ذلك فالمسلك هذا المسلك بان يفرض انه قد قدر صَ = ب و كَ فاذا رمزنا بحرف ك لضلع هـ د وجعلنا م = هـ كَ = كَ د و نَ = د كَ و نً = هـ كَ و يحدث

$$\text{جا}\,\tfrac{1}{2}\,\text{و د هـ} = \sqrt{\frac{\left[\tfrac{1}{2}(\text{رَ}+\text{رً}+\text{ك}) - \text{رَ}\right]\cdot\left[\tfrac{1}{2}(\text{رَ}+\text{رً}+\text{ك}) - \text{ك}\right]}{\text{رَ}\cdot\text{ك}}}$$

وهذا المقدار يساوى جت ط فاذا جعلنا

$\text{ط} = 90^\circ - \tfrac{1}{2}\,\text{و د هـ}$ يكون

$$\text{ظا ب} = \text{ظا ف هـ د} = \frac{\text{ف د}}{\text{د هـ}} = \frac{\text{كَ}}{\text{ك}}$$

$$\text{و م} = \tfrac{1}{2}\,\text{هـ د}\cdot\text{قا ف د هـ} = \frac{\text{ك}}{\text{٢ جب ف هـ د}} = \frac{\text{ك}}{\text{جب ب}}$$

$$\text{وظا رَ} = \frac{\text{رَ}}{\text{م}}$$

وظا

وظا ½د = ظا (ر — ٤٥°) . ظا (ط — ½ب)

و نَ = ط — ½ب + ½د و بَ = ط — ½ ب — ½د و ص = صَ + بَ

و ر = نَحا(بَ+نَ) / حانَ

فاذا اخذت زاوية صً = ب وهـ يحدث ايضا

جت ط = ½ك هـ و = √ ([½(رَ+رً+ك) — رً] · [½(رَ+رً+ك) — ك]) / رًك

و ظاب = كَ / ك و م = ك / ٢حب و ظا ر = رً / م

و ظا ½ د = ظا (ر — ٤٥°) ظا (ط — ½ ب)

و نً = ط — ½ب + ½د و بً = ط — ½ب — ½د

و ص = صً — بً و ر = نًحا(بً+نً) / حانً

(٥٨)

وهذه الحسابات طويلة وتختصر بالوقوف فى اتجاه احدى جهتى العلامة التى لا يمكن الدخول فيها

فنفرض ان الآلة موضوعة فى النقطة و من (الشكل ١٢) على امتداد ف د ثم ناخذ الزاوية ف و ب فيكون

ص = ف و ب + ف و كَ

ظا ف و كَ = كَم / و م = ½ ل ف / (و د + ½ د ف) = ل ف / (٢و د + د ف)

و ر = و م . قا ف و كَ = (و د + ½ د ف) / جت ف و كَ

فاذا كانت النقطة و على الخط ويكون ذلك فى الادوار الخارجة عن محل ناقوس يكفى ان يجعل و د مقدارا سلبيا فى القوانين المتقدمة واذا كان و د السلبى يزيد عن ½ د ف فزاوية ف و كَ تكون منفرجة والبسط والمقام من مقدار ر يكونان سلبيان

(٥٩)

ويمكن ايضا ان يكون العامل فى محل ناقوس داخله شكل كثير الاضلاع منتظم ولا يمكن الوصول الى مركزه ولا رؤيته

فالنفرض ان اكد كماف (شكل ١٣) مثلث من المثلثات المركب منها كثير الاضلاع وان ك مركز كثير الاضلاع و و مركز الآلة و ب الشئ الذى على الشمال

فتؤخذ زاوية اوب ويقاس اد و ود فيحدث

$$ام = \frac{1}{2} اد$$

$$و\quad ك م = ام . ظا ك ام = ام . ظت اك م$$

$$و\quad اك م = \frac{180^\circ}{\text{عدد اضلاع كثير الاضلاع}}$$

$$وظا م و ك = \frac{ك م}{م و} = \frac{ك م}{\frac{1}{2} اد - ود}$$

$$و\quad ر = وك = \frac{وم}{جت وم ك}$$

$$و\quad ص = ب و ك = 360^\circ - اوب - او ك$$

وبالوضع فى نقطة م يحدث

$$ر = ك م . ظت اك م$$

$$و\quad ص = 360^\circ - ام ب - 90^\circ = 270^\circ - ام ب$$

وبواسطة القواعد والقوانين المتقدمة يتأتى للعامل الفطن العارف ببعض اصول من علم الهندسة العادية ان يتخلص من جميع المشكلات الحادثة فى العمل ولكن لاجل التفاصيل الطويلة يمكنه ان يرجع الى كتاب المهندس دلامبر المسمى قياس قوس خط نصف النهار

(٦٠)

ويفهم مما تقدم ان القوانين المنسوبة للمهندس دلامبر مشكلة حين يراد

ايجاد

ايجاد زاوية الاتجاه والبعد عن المركز في الحالة التي فيها المركز مشغول بشوحية من خشب راسية ويمكن برسم سهل مع التحقيق الكافي تبيين البعد بين المركز ونقطة على اتجاه هذا المركز لمكن تحرير النظارة عليها ولا يتيسر للانسان ان ينال مع الضبط التام المواد اللازمة للتحويل الى المركز لانه يلزم لاجل ذلك تعليق ثقل في النقطة المرئية التي تكون في بعض الاوقات عالية بقدر عشرة او خمسة عشر او عشرين ميترا عن المكان الذي يمكن وضع الالة فيه وهذا لا يمكن عادة لكون النقطة المنظورة توجد فوق السقف اذا كانت الالواح والاخشاب الداخلية لا تمنع من ذلك فيؤول الامر الى حساب المكان المقابل من اسفل للنقطة المنظورة مقابلة عمودية ويكون ذلك بتعيين مركز المحل من داخله فيلزم ان يكون الرسم حصل بغاية الضبط فلا يخشى من حصول فرق يساوي خمسة اعشار ميتر او ستة بين المركز والنقطة المرئية وبالجملة فهذا الفرق يسير جدا فلا يعد من الخلل في العمل خصوصا اذا كانت الاشارات المحرر عليها بعيدة بعدا كافيا لكن يدل على انه لا حاجة للتدقيق في هذا الشيء لارادة الضبط الكافي وما نذكره من الرسم يكفي في اغلب الاحوال

(٦١)

ولنفرض ان هـ د ف ج كما في (شكل ١١) شوحية مستطيلة شاغلة نقطة ك التي هي مركز الوضع و و مركز الالة وانه لا يمكن قياس وك ولا زاوية الاتجاه ب وك (وب الشيء الكائن على الشمال)

فمن نقطة ش التي هي نصف الوجه هـ د يرسم العمود ش ى ويؤخذ مساويا $\frac{1}{2}$ د ف او $\frac{1}{2}$ هـ ج = ش ك ويرسم و ى و وش ومن نقطة ما كنقطة م من خط و ى يرسم الخط م ن موازيا ش ى ويؤخذ ل ط = م ط فالنقطة ط تكون في الجهة وك ويمكن حينئذ تعليق ثقل على النقطة ن واخذ الزاوية ب و ط = ب وك فاذا مد و ط الى ر ورسم ر ى يحدث

و ر + ر ى = و ر + ر ك = وك = البعد عن المركز

فيعلم من القانون (١) المار فى النمرة (٤٥) ر و ص اللذان بهما يحسب التحويل الى المركز

وهذه العملية الحاصلة على السقف لا تحتاج الا لخيط وطباشير فنقطة و يمكن ان تعين بثقل قبل وضع الالة

والطريقة واحدة فيما اذا كانت الشوحية مربعة

(٦٢)

واما اذا كانت الشوحية مسدسة بان كان ا ج ش ك م ب كما فى (شكل ١٢) استدارتها و و مركز الالة فمن نقطتى ج و ش يرسم بنصف قطر يساوى ج ش قوسان بَ طَ و نَ وَ يتقاطعان فى ز ثم يرسم ز ت على منتصف ج ش ويرسم وز و وت ومن نقطة ما كنقطة ط من خط وز يرسم طن موازيا زت ويؤخذ س ؤ = س ط فنقطة ؤ تكون على استقامة وكَ فيمكن قياس زاوية ب و ؤ المساوية ب و كَ ثم يمد و ؤ الى ر ويرسم ر زَ فيحدث

ور + ر زَ = ور + ر كَ ـ وكَ

(٦٣)

واما اذا كانت الشوحية أَ بَ كَ دَ هَ فَ جَ شَ كما فى (شكل ١١) مثمنة فانه يكون منها ذوالاربعة اضلاع هـ د ف ج ثم يجرى فيه ما اجرى فى الشوحية المستطيلة

(٦٤)

واما اذا كانت الشوحية اسطوانية فنفرض ان ا د ب هـ كما فى (شكل ١٣ الثانى) استدارتها و يؤخذ بالالة التى عملت بها الاعمال الزاويتان م و ا و م و ب الواقعتان بين الشئ الشمالى والمماسين للشوحية الاسطوانية المارين من النقطة و فنصف مجموع هاتين الزاويتين يفيد مقدار زاوية الاتجاه م و كَ

ولايجاد وكَ يرسم ود الذى هو البعد الاصغر من النقطة و الى

الشوحية

الشوحية ولايجاد دك محاط الاسطوانة بخيط يقاس لمعرفة مقدار المحيط ثم من لوغاريتم عدد اجزآء المحيط يطرح اللوغاريتم الثابت وهو ٠ر٧٩٨١٧٩٩ لايجاد عدد اجزآء دك فهذا العدد ٠ر٧٩٨١٧٩٩ هولوغاريتم النسبة الواقعة بين المحيط ونصف القطر

ولنفرض مثلا ان محيط الشوحية الاسطوانية يساوى ١١٧ سنتميتر

فلوغا ١١٧ . . . . = ٢ر٠٦٨١٨٥٩

فاذا طرح منه اللوغا الثابت وهو .. ٠ر٧٩٨١٧٩٩

فالباقى يكون ١ر٢٧٠٠٠٦٠

وهو المطابق لعدد ١٨ر٦٠ سنتميتر وهو مقدار دك

(٦٥)

ويمكن ايضا فى المكان الكائنة فيه الالة ان توجد بعض موانع تمنع عن رؤية المركز ولنفرض ان العامل فى النقطة و كما فى (شكل ١٠) ومنعه مانع عن رؤية مركز ك فيختار نقطة كنقطة بَ يمكن منها رؤية و و ك ثم تؤخذ زاوية كبَو بدآئرة او بالة اخرى ويقاس بَك و بَو ويحسب وك والزاوية بَوك فاذا اضيفت هذه الزاوية لزاوية بَوب مأخوذة بالدآئرة وصل ذلك لمقدار زاوية الاتجاه سوك وهذه الطريقة تستعمل عند اضطرار الانسان للعمل فى ادوار نحو المنارات الخارجة عنها

فهذه هى الحالات المشكلة التى يمكن وقوعها تقريبا فانه لايمكننا الاحاطة بكل ما يقع فيجب البحث عن طرقه بحسب الاحوال فان الفطانة والعادة توقفان على ذلك كله ففى الامكن عمل ثقوب فى محل النواقيس او الابراج العسرة الثقب اجرى العمل مع الضبط وكمال الراحة

فاذا كان الانسان مضطرا للتباعد عن مركز محل الوضع لاجل العمل يجب

عليه اذا امكن ان يضع الالة بحيث يرى من ثقب واحد منها جميع
الاشياء المراد ايجاد الزوايا الواقعة بينها ولا يبقى عليه
بعد ذلك الاقياس بعد واحد عن المركز وزاوية
اتجاه واحدة واما ماعدى ذلك
فيوجد بجمع هذه الزاوية
الى كل من الزوايا
المأخوذة على
التوالى.

(الجزء الثانى)

هذا الجزء يشتمل على شرح جميع الآلات المستعملة وعلى بيان استعمالاتها لقياس الزوايا اما على الارض او فى البحر لاخذ ارتفاعات الكواكب ولاجل رسم تفاصيل الاشياء المعينة نقطها المشهورة بحساب المثلثات وفيه ابواب

(الباب الاول)

فيما يلزم من الاعتنا فى القياسات المأخوذة على الارض وفى سرد الالات المستعملة فى قياس الزوايا

(٦٦)

قد تبين مما تقدم فى النمرة (١) انه اذا اريد عمل خرطة مسافة ما كان ذلك بتعيين النقط المشهورة لها بواسطة مثلثات تعلم منها الزوايا والاضلاع سوآء كان ذلك بالقياس حالا او بحسابات سنية على حسابات سالفة فى نظيرها ويظهر ببادئ الرأى ان لاشئ اسهل من تطبيق قواعد الهندسة على العمل على الارض مع انه اذا تأمل فى جميع اسباب الخلل التى تصاحب جميع الاعمال لا يمكن التحصيل على تقليلها ما امكن ولا تمييزها عن بعضها ولا تصليحها ولا الاحتراس عنها غاية الامر انه يلزم فى بعض الاحيان التفطن لها لئلا تختلط علينا تفاصيل الاعمال ثم ان المقادير التى تقاس على الارض جنسان الامتدادات الطولية المستعملة قاعدة للمثلثات المراد تعيينها والزوايا الحادثة بين الاشعة البصرية المنبعثة الى جميع النقط المشهورة من الخرطة وحين تقاس القواعد يجب ان تنتخب بقدر الامكان الارض الاكثر تسطحا والاوسع مسافة ويجب اذا كان القياس بواسطة الجنازير ان تشد تلك الجنازير دآئما شدا تاما افقيا وان لا يقاس الا بالجنازير المضبوطة منها على مقاييس معلومة واذا كانت العمليات مهمة كما ان كان المراد مثلا ايجاد طول درجة واحدة من نصف نهار بواسطة عرض ما يجب ترك جميع الجنازير المستعملة فى اخذ الصور وانما تقاس القواعد المخصوصة المختلفة ويتنبه تنبها تاما فى قياس الاولى منها

ثم ان الآلات المستعملة فى قياس الزوايا لاجل رسم الخرطة وفى الاعمال التخطيطية عموما هى الجرافوميتر ودآئرة التكرار والاوكتان اى ربع الانعكاس ودآئرة المعلم بورده والبلانشيطه والبوصله ولنبين كلا منها واستعماله فنقول

* (الباب الثانى) *

(فى الجرافوميتر وفى استعماله وكيفية ضبطه)

(٦٧)

تقاس الزوايا بالجرافوميتر اى بربعى دآئرة فيه منظارتان لكشف الاشياء البعيدة ثم انه فى الصور المتعلقة بعمليات الطرق الكبيرة اوغيرها من الاشغال يمكن فى اغلب الاوقات استعمال الجرافوميتر الاعتيادى المضبوط فى قياس الزوايا اذا كانت اضلاع المثلثات المراد ايجادها لا تزيد عن سبعة آلاف ميتر او ثمانية فاذا زادت وجب استعمال دآئرة التكرار الآتى شرحها واستعمالها عقب ذلك ومن المعلوم ان الجرافوميتر كما فى (الشكل ١٤) نصف دآئرة منقسم الى ١٨٠ درجة مع مسطرتين احداهما متحركة والاخرى ثابتة حول المركز وفى طرفى المتحركة لسانان ثابتان فيها يتحركان بحركتها وفى المسطرة الثابتة لسانان آخران عمودان على سطحها ومتقابلان احدهما على النقطة ٠° والاخر على عد ١٨٠° ولاجل ضبط الجرافوميتر فى التحركات المستديرة ينتخب من آلات الجرافوميتر ما يكون ساقها متحركا فى كرة من نحاس هى الركبة ومرتبا بحيث انه بواسطة برمة ضغط يمكن قطع التحركات الكبيرة كلها تقريبا ثم بواسطة برمة اخرى وتسمى بغير المنتهية وهى موازية لسطح الآلة ومتداخلة فى اقسام عجلة مستديرة موازية ايضا لسطح الآلة يمكن تحريك الجرافوميتر ببطئ على قدر المراد وبهذا تسهل جدا طريقة ترجيع الشعاع البصرى المنبعث من اللسانين الثابتين تدريجا على الاشياء المراد رصدها ثم ان المسطرة المتحركة وتسمى بالعضادة قابلة ايضا ان تتحرك تحركين احدهما سريع جدا به تمر العضادة بسرعة على جميع اقسام الحافة والثانى بطيء

جداً لاجل ترجيع اللسانين الثابتين على طرفي العضادة تدريجا وايقاع الشعاع البصري على الشئ المراد رصد الزاوية الواقعة بينه وشعاع بصري منبعث للشئ الاول

ومن المهم في صفات الجرافوميتر الجيد ان يكون مضبوط القسمة جيد المركزية بمعنى ان الخطوط البصرية سواء كانت منبعثة من لساني الآلة وعضادتها او من محاور النظارات الثابتة والمتحركة لابد وان تتقاطع مع غاية ما يكون من الضبط في مركز الآلة ولاجل ضبط الجرافوميتر يختار العامل مكانا فيه دائرة الافق خالية من عوائق النظر ومحاطا باشياء عديدة ثم يبعث اشعة نظرية الى جميع هذه الاشياء مقدرا بذلك الزوايا الواقعة بين الاشعة المذكورة مثنى بان يدور الى جهة واحدة حتى يعود للشئ الذي ابتدء منه بعد قطعه بالآلة دائرة الافق باسرها ومن المعلوم ان الزوايا الحادثة حول نقطة في مستو تساوي ٣٦٠° فعلى هذا اذا امكن تقدير كل زاوية على حدتها بالضبط الهندسي ثم جمعت لابد وان يكون مجموعها ٣٦٠° لكن من المعلوم انه لا يمكن تقدير هذه الزوايا بغاية الضبط اللازم اما لصغر اقسام الآلة واما لضعف حدة البصر وكان يمكن اجتناب الخلل الناتج من صغر نصف قطر الآلة بتكبير نصف القطر لكن لو كبر نصف القطر هذا لتصير الدرجات كبيرة لزاد ثمن الآلة مقدارا اعظما وصعب حملها على العامل فلزم بالضرورة وقوع الخلل اما بالزيادة او بالنقصان في حاصل جمع زوايا دائرة الافق فان لم يكن الخلل الصادر عن الجرافوميتر الذي مقدار نصف قطره خمسة اصابع او ستة الا بعض دقايق علم ان الزوايا مضبوطة التقدير للغاية وان الآلة جيدة المركزية ولابد ان تعاد العملية عدة مرات لانه قد يتفق في بعض الاحيان وقوع الصحة في حاصل تقدير الزوايا وهذا يكون بالزيادة في زاوية وبالنقصان في اخرى فيحكم بالجودة على آلة هي في الواقع دون المتوسطة ولنا طريقة اخرى في ضبط الجرافوميتر وهي ان يقدر كل من الزوايا الثلاث على حدته في عدة مثلثات لان هذه الزوايا اذا كانت جيدة القياس والآلة مضبوطة ضبطا كافيا لابد وان يكون مقدارها قريبا جدا من ١٨٠° اما بالزيادة او بالنقصان

ومما

ومما يجب التنبيه عليه انه لابد من امعان النظر في قياس المثلثات الكبيرة بان لايتكل على استنتاج الزاوية الثالثة من الزاويتين المأخوذتين على القاعدة بل لابد من الانتقال الى النقطة الثالثة من المثلث لاخذ الزاوية الثالثة فانه اذا حصل خلل فاحش في اخذ الزاويتين الاوليين كما قد يقع فعملية الانتقال تظهر ذلك الخلل وتنفع في بعض المرار لاصلاح الغلطات الخفية الاسباب والاصول ويمكن اعتبار التقاسيم المستعملة الآن في الالات اختراعا من الاختراعات المرضية لاجل اصلاح اعمال الهندسة العملية وكان يستعمل سابقا لاجل تقدير الدقايق عشرة عشرة محيطان متحدا المركز مرسومان على حافة الالة ومقطوعان بخطوط واصلة من الدرج الموجود على المحيط الداخل الى الدرج الموجود على المحيط الخارج ومنحرفة بقدر قسم واحد متقدم او متاخر عن قسم ٠° او ١٨٠° وهذه الخطوط المنحرفة يجب ان تكون اقواس دائرة لاخطوطا مستقيمة فانها تحدث خللا بالضرورة في طريقة تبيين دقايق الدرج ولانطيل التدقيق في الكلام على هذا التقسيم المتروك بل نتكلم على التقسيم المختار عموما في ايامنا هذه فنقول هذا التقسيم ينسب للمهندس نونيوس وهو عبارة عن ان يؤخذ على حافة العضادة المتحركة قوس دائرة متحدة المركز مع المحيط الخارجي لحافة الالة ثم يؤخذ مقدار من الدرج على محيط الجرافوميتر ومثله على قوس العضادة ويقسم هذا القوس الى اجزاء اخرى متساوية زائدة واحدا عن تقسيم الحافة وبهذه الطريقة يحدث على العضادة قوس له مقدار من الدقايق اصغر من قوس الدرجة ولنمثل لذلك بمثال فنفرض ان المراد معرفة الزوايا بالدقايق خمسة خمسة فيكون قوس الدرجة على حافة الالة ٦٠ دقيقة ويكون اول قسم من اقسام العضادة ٥٥ دقيقة ومن حيث ان اقسام القوس المرسوم على العضادة يجب ان تكون مكافية لعدد ما من الدرج يجب ان يكون مضروب ٥٥ مساويا لمضروب ٦٠ فحينئذ يلزم ان يكون بين عدد اقسام الحافة والعضادة المتناسبة العكسية التي بين عددي ٦٠ و ٥٥ اي ١٢ و ١١ فحينئذ يلزم ان يؤخذ على محيط الحافة ومثله على العضادة قوس

مقداره ١١ درجة ويقسم على العضادة الى ١٢ جزأ متساوية
واذا كانت الالة منقسمة الى انصاف درج اى الى اقواس كل قوس ٣٠
دقيقة فلاجل ايجاد الدقايق اثنين اثنين بتقسيم نونيوس يلزم ان يكون مضروب
٣٠ دقيقة مساويا المضروب ٢٨ دقيقة فيلزم حينئذ ان يكون بين عدد الاقسام
على الحافة وعلى العضادة لقوس واحد منهما النسبة العكسية التى بين عددى
٣٠ و ٢٨ اى ١٥ و ١٤ اعنى انه يلزم ان يؤخذ على الحافة قوس مقداره ١٤
نصف درجة ويقسم على العضادة الى ١٥ جزأ متساوية وبهذا التقسيم يمكن
قياس جميع الزوايا دقيقتين دقيقتين واذا كان محيط الدائرة منقسما الى ارباع درج
توجد الزوايا تقريبا من دقيقة بتقسيم ارباع الدرج الاربعة عشر الى ١٥ جزء
متساوية اذا علمت ذلك فلاجل قياس الزاوية المأخوذة يتأمل هل يوجد على حافة
الالة وعلى حافة العضادة قسمان منطبقان كل الانطباق اولا فان كان كذلك
ينتقل من خط التطابق لاجل الرجوع الى العلامة التى فوق العضادة والمقابلة
الشعاع اللسانين البصرى اوالى محور النظارة وتعد جميع الاقسام المنحصرة
بين الخط والعلامة ويؤخذ خمس دقايق مرات بقدر الاقسام المذكورة اذا كان
التقسيم النونيوسى يفيد الدقايق خمسة خمسة اويؤخذ دقيقتان مرات بقدر
الاقسام المذكورة اذا كان هذا التقسيم يفيد الدقايق اثنين اثنين ثم يجمع
مقدار الدقايق الى مقدار الدرج المبين على حافة الالة فيوقف على مقدار الزاوية
مع غاية الضبط الموجود فى الالة وان لم يكونا كذلك كما يتفق كثيرا يقتصر على
القسمين اللذين يقربان جدا من الانطباق وتقدر الزيادة والنقصان على قدر
الامكان ويفعل فى الحساب كما تقدم

ولنفرض مثلا كما فى (شكل ١٥) ان علامة العضادة بعد ٣٧ درجة
من الحافة وان درجة ٤٢ من الحافة هى التى تنطبق كل الانطباق على
قسم من الاقسام النونيوسية فيعد على تقسيم نونيوس بالرجوع الى العلامة
فاذا شوهد مثلا بين خط الانطباق والعلامة خمسة اقسام على العضادة بعد
٣٥ دقيقة فيكون مقدار الزاوية ٣٥ َ ٣٧ ْ وان كان خط الانطباق

قبل

قبل قسم الحافة بشئ يسير بالنسبة الى العلامة يطرح من مقدار الدقايق دقيقتان ونصف وان كان بعده بمثل ذلك جمع ما قدر الى ٣٥ دقيقة

* (الباب الثالث) *

(فى شرح الدائرة ذات النظارتين المسماة بدائرة التكرار)

(٦٨)

الدائرة ذات النظارتين لها مزية عظيمة فى عمليات حساب المثلثات بحيث يصح ان يقال بايثارها على غيرها من الآلات فى ذلك اذا اريد غاية التدقيق والضبط

وهذه الآلة كما فى (الشكل ١٦) عبارة عن دائرة تامة قطرها يساوى قدما واحدا ويمكن تصييره اربعة اصابع فتكون خفيفة الجرم يسهل حملها مع الراحة ونقلها حيث يراد وسندها على اقل مسند فى اضيق مسافة ومع صغرها يحصل بها من الضبط ما لا يحصل بارباع الدوائر العظيمة

ومن حيث ان هذه الدائرة بتمامها آلة بسيطة قليلة التركيب لا حاجة للاطالة فى شرح اجزائها لانه يسهل على كل صانع ان يصنعها وبمجرد القاء النظر على الشكل مع ما نذكره من الايضاحات تعرف معرفة كافية وهذا ما نذكره فنقول

ك ك دائرة مدوية ذات ستة انصاف اقطار خالية من داخلها ولها حافة عليا د د منقسمة واخرى سفلى ن ن غير منقسمة

و ل ل نظارة عليا عليها النونيوس وتتحرك على الحافة المنقسمة د د

و ف ف نظارة سفلى تتحرك على الحافة غير المنقسمة ن ن

و ث ث عقبان للنظارتين يجمعانهما بالعضادتين ل ل الحاملتين لهما

و ج ج مشبكان باولب يمسكان العضادتين على الحافتين د د و ن ن اللتين يجب ان تتحرك العضادتان عليهما مع النظارتين

و ب ب غطاآن لقزازتى النظارتين

و ا ا حلقتان صغيرتان سائبتان يستران الثقبين الكائنين فى انبوبى

النظارتين لتقديم البرواز المشتمل على الشعرتين او تأخيره او تدويره

و م م نظارة معظمة لاجل تعظيم الاقسام

و س س مسندان يقلب عليهما المحور ا ا الدآئر عليه الساق ر العمود على سطح الدآئرة والفانوس ب الموازى له فى آن واحد فينشأ عنه الميل المطلوب على سطح الآلة

و ش برمة ضغط على ربع دآئرة صغيرة ع مثبتة من مركزها فى محور ا ا بواسطتها تمسك الآلة فى الميل اللازم

و ج برمة كبيرة ماسكة بالفانوس الاعلى ب ومتداخلة فى الجزء الاسفل المضرس ع وتدور الدآئرة والنظارتان تدويرا بطيئا غير محسوس فى مستويهما بواسطة محور ثابت عمودى على الدآئرة ع يمر بالساق المجوف ر و ت ت برمتان يضمان الكبشة س ك س الى العقب ض ض المتوج لعمود الرجل وبهما يمكن فصل الآلة من رجلها او ضمها كما يراد

و وَ وَ برمتان صغيرتان يردان النظارتين مع برمتى الضغط ب ب التى تثبت العضادة لاجل اجرآء حركة برمة الرد البطيئة

و هـ هـ هـ برم الرجل ذات الثلاث شعب

و ڤ برمة تداخل بها يتحرك عمود الرجل والآلة حركة عمومية سمتية على المحور الداخل فى العمود ــــ والموضوع وضعا عموديا فى الارجل الثلاثة وفى الدآئرة الافقية شَ الحاملة للارجل الثلاثة والمتصلة بهما بواسطة اعقاب و ب برمة ضغط لتوقيف الحركة السمتية

(فى حركات الآلة)

الاولى عمود الرجل ــــ حيث كان مجوفا وفيه محور موضوع على الارجل الثلاثة وضعا راسيا يكون له على هذا المحور حركة دوران يوصلها للآلة بتمامها وتحصل هذه الحركة المسماة بالحركة السمتية بفك برمة الضغط

ب وتدوير العمود اما بسرعة بواسطة اليد واما ببطئ بواسطة البرمة و
ومن حيث ان الدائرة الافقية ش التى عليها الدوران منقسمة الى درج يمكن
تقدير الزوايا الحادثة من التحرك التى هى السموت بواسطة العضادة الحاملة
برمتى ب و و
الثانية بفك برمة الضغط ش يمكن تدويرالا له على المحور ا وامالة
مستوى الدائرة بحيث ينتقل من الوضع الافقى الى الوضع الرأسى ويصلح
للارصاد الفلكية
الثالثة يمكن ايضا امالة العمود والالة قليلا بواسطة برم الرجل هـ هـ هـ
الرابعة بواسطة البرمة ج المتداخلة فى الدائرة المضرسة والموضوعة تحت
الطبلة ب يمكن تدوير الدائرة تدويرا خفيا غير محسوس فى مستو يهما مهما
كان ميلها واذا اريد زيادة سرعة هذه الحركة يلزم فصل البرمة ج بواسطة
اللولب ر المثبت فى الطبلة وحينئذ تدور الدائرة باليد تدويرا عموديا على
المحور ز وموازيا للطبلة ب
فيشاهد حينئذ ان هذه الحركات تجرى الى حد معين برجل الالة وبدونها ويفوض
للعامل الامر فى استعمال الطريقة التى يراها مناسبة على حسب الاحوال

(٦٩)

ثم ان فى (الشكل ١٧) صورة مسند لطيف الجم سهل الحمل يستعمل
لوضع الدائرة سواء كان ذلك فى الصحراء او على برج اوداخل ناقوس
والارجل الثلاثة ب ب ب تنضم بالارادة وفى زوايا التختة الثلاث اى
المسند المثلثى ثلاثة قباقيب صغيرة من نحاس ك ك ك لتوضع عليها
برم رجل الالة الثلاث والساق ج ينخفض ويرتفع على حسب الارادة
بواسطة برمة مضرسة لوضع الآلة فى الارتفاع اللازم لنظر العامل
ومع انه يكفى وضع الالة على شباك اوسلم اوقطعة حجر عظيمة فالاحسن للعامل
ان يستصحب رجل آلة من خشب كالمرسومة فى الشكل المتقدم ذكره لكونها
سهلة خفيفة

(فى استعمال دائرة التكرار لاجل قياس الزوايا على الارض)

(٧٠)

بعد وضع الآلة على رجلها ومسندها فى المكان المراد قياس الزاوية فيه يشرع فى العمليات التجهيزية التى ينبغى تقديمها على القياس ولنذكرها فنقول

الاول ان تفك برمة الضغط ب للدائرة السمتية ويحرك العامود حركة دوران الى ان يتجه مسندا الآلة س س بين الشيئين المراد رصدهما تقريبا وحينئذ تثبت رجل الآلة بضغط البرمة ب فان هذا الوضع هو الموافق لامكان وضع مستوى الآلة فيما بعد فى مستوى الشيئين حين يكون المستوى مائلا يسيرا عن الافق

الثانى ان تفك برمة ضغط المسندين ش وبتحريك مستوى الآلة يحاول وضعها فى الخط الجامع بين الشيئين او موازياله ويحصل ذلك بمجرد التحديق بالنظر على الحافة العليا او السفلى من الدائرة ثم يثبت المستوى على هذا الوضع بزنق البرمة ش المذكورة

الثالث ان تفك النظارتان وتنقل العليا ل على النقطة ٠ من التقسيم والسفلى ف لتصير تحت الاولى بواسطة برمتيهما الرديئتين وَ وَ

والرابع ان تدور الدائرة على طبلتها اما بواسطة تدوير البرمة ج او بفكها باللوالب ر وتحرك الالة تحريكا سريعا الى ان تصير نظارتها العليا المثبتة على صفر كائنة فى اتجاه الشئ الذى على اليمين وتحرك النظارة السفلى الى ان تصير فى اتجاه الشئ الذى على الشمال فان لم يكن الشيئان والحالة هذه فى مركز النظارتين دل هذا على ان سطح الآلة فى العمل الثانى ليس موضوعا مع الضبط التام فى مستوى الشيئين فتستعمل لاجل وضعها كذلك برم الرجل ههه فانها تكمل رفع الآلة او ميلها اللازمين حين تكون النقطتان الشهيرتان المختارتان من الشيئين المراد ايجاد الزاوية بينهما فى مركز النظارتين مع

الضبط التام

ولينتبه الى ان كلا من نظارتى الآلة يمكن تحريره على شئ بكيفيتين مختلفتين اما بفك النظارة وجرها على الحافة الثابتة من الدائرة بحركة دوران سريعة على المركز المشترك او بطيئة بواسطة برمة الرد التى ينشأ عنها هذه الحركة بعينها لكن بلطف واما بتثبيت النظارة لكن مع تدوير الحافة لتدور معها النظارة

ولتحصيل حركة الدوران هذه كيفيتان الاولى ان تفك البرمة ب وتدور الآلة على رجلها او تحرك الحركة المسماة بالحركة السمتية وهذا هو العمل الاول من الاعمال التجهيزية فحينئذ تدور الآلة فى آن واحد لا شعب الرجل الثلاث

الثانية ان تدور الدائرة والنظارتان على الطبلة ب بواسطة البرمة ج وحينئذ تبقى الرجل والمحور والمسندان غير متحركة ولهذه الكيفية الثانية مزية هى تدوير الدائرة والنظارتين معا على الدوام دورانا متوازيا مع الحافة فى مستويها وهذه هى الطريقة التى يجب استعمالها فى الآلة اذا كان المطلوب قياس زاوية يلزم فيها ابقاء الآلة دائما فى مستو واحد على قدر الامكان وبالجملة فبرم الرجل قد تستعمل لتوجيه النظارتين على الشئ اذا لزم بقاءهما على الحافة

ولا يصح الاكتفاء فى المقصود بجعل محور الاشياء علامة للتحرير فان من المعلوم انه متى كان احدهما اعلى من الاخر تعسر تطابق الشعرتين الراسيتين من النظارتين مع المحاور بل لابد فى ذلك من اخذ نقطة ثابتة معينة من كل شئ ككرة او هلال ونحو ذلك فهذه هى النقطة التى يجب فى كل قياس ان تكون دائما مقابلة لمركز النظارة اعنى لتقاطع الشعرتين او لما يقرب جدا من هذا التقاطع ومواراة بالشعرة الراسية

وهذه العملية التى المقصود منها جعل مستوى الآلة باحكام فى مستوى العلامتين المأخوذتين على الشيئين المراد قياس الزاوية الواقعة بينهما تقتضى التأنى الزائد لكن الاستعمال والتعود يعينان على السهولة وتوافق السطحين امر مهم حين يحرز بغاية الضبط فان حصل وجب صونه وان اختل فى حركات الدوران

التي تحركهما الآلة في اثناء القياس لزم رد النقطتين المذكورتين الى مركز النظارتين بواسطة برم الرجل هـ هـ هـ

الخامس بعد وضع الآلة على هذه الحالة مع التدقيق اعنى تثبيت مسندها ورجلها بحيث لا يعتريهما اضطراب وترتيب حافتها ونظارتيها في مستوى الشيئين وضغط البرمتين ب و ش ونحوهما ضغطا تاما لحفظ كل شئ على ماهو عليه يلزم ايضا قبل الشروع في قياس الزاوية نقل النظارة السفلى ف تحت العليا ل وتحريرهما على شئ واحد وينظر هل كل من النظارتين يرى الشئ على حالة واحدة وهل لا يوجد انحراف في الشعرة الرأسية اذا انتقل النظر من مركز ثقب قزازة النظارة العينية جهة اليمين او جهة الشمال وهل الشيئان المراد رصد الزاوية الواقعة بينهما يبقيان مثبتان على الشعرة الرأسية وهل شعرتا النظارتين الافقيتان تتقابلان على الشئ في نقطة واحدة وعلى ارتفاع واحد منه

ويحصل ضبط الرؤية بادخال قزازة النظارة العينية او اخراجها فان الانحراف يتلاشى بتقديم الشعرتين او تأخيرهما اذا كانت القزازة المقابلة للعينية ثابتة فان لم تكن كذلك قدمت واخرت هي ولا يظن انه يصح بقاء الآلة على الحالة التي وضعت عليها في الانتقالات اللازمة للعمليات الجيودوزية فعلى العامل المدقق ان يمتحن حالة آلته ويحققها عند كل وضع قبل ان يستعملها فيه بان يحكم ضغط البرم ويسهل الحركات العسرة ويحكم السائبة وبالجملة يجعل كل شئ على احسن حالة كما ينبغي خصوصا في الآلات الجديدة اللازمة فيها هذه الاحتراسات اكثر من غيرها لانه بترك بعض ذلك يقع الخلل في العملية فيضيع زمن عظيم اذا احتيج للاعادة ثانيا

وبعد تمام هذه الاعمال والتراتيب التجهيزية لا باس ان يبتدئ العامل في قياس الزاوية الواقعة بين الشيئين

(في تكرر قياس الزاوية مرة)

الاول ان تنقل النظارة العليا ل على النقطة صفر من التقسيم وتثبت عليها مع الضبط التام بواسطة برمة الرد الصغيرة وَ وترد الدآئرة المتحركة على طبلتها وتدور الحافة والنظارتان معها الى ان تتجه النظارة العليا ل على الشئ الذى على اليمين من الشيئين المراد رصدهما وحركة البرمة ج البطيئة تستعمل لوضع الشعرة الرأسية على علامة الغرض

ولاجل تحريك الدآئرة على طبلتها تستعمل البرمة ج التى تدورها على نفسها لكن من حيث ان هذه الحركة بطيئة جدا فيما اذا اريد تحصيل تدوير عظيم يلزم فك البرمة ج بواسطة اللولب ر وتدوير الحافة باليد بالقدر اللازم ثم تعشق برمة ج برزق اللولب لاجل تثبيت الآلة فاذا لم تكن على الوضع المطلوب جعلت فيه تدريجيا بواسطة البرمة ج

الثانى اذا كانت الآلة مثبتة تثبيتا متينا تحرك النظارة السفلى ف وبتحريكها على الحافة تجعل على استقامة الشئ الكائن على الشمال وحركة برمة الرد الصغيرة وَ البطيئة يستعمل لرد الشعرة الرأسية على نقطة الغرض كما فى (شكل ١٨)

ولاجل تحريك النظارتين يجب فك برمة الزنق الصغيرة بَ وتحريكها باليد حركة عظيمة ثم تزنق هذه البرمة وبواسطة برمة الرد وَ ترد النظارتان بحركة بطيئة على النقطة المراد تثبيتهما عليها

والثالث ان تفك الدآئرة لتتحرك على طبلتها وتدور ايضا هى والنظارتان معها الى ان تصير النظارة السفلى ف محررة على الشئ الموجود على اليمين كما فى (شكل ١٩) وبواسطة حركة برمة ج البطيئة ترد الشعرة الرأسية على نقطة الغرض

والرابع اذا كانت الدآئرة مثبتة تثبيتا متينا تحرك النظارة العليا ل ومن حيث انها تنزلق على الحافة فردها على الشئ الذى على الشمال كما فى (شكل ٢٠) وبواسطة تحرك برمة الرد الصغيرة وَ البطيء تجعل الشعرة الرأسية على نقطة الغرض

فيها الذاول زاوية اخذت ولينظر حينئذ مقدار الدرج والدقايق وكسور الدقايق التى بينهما مسقط محور النظارة العليا على تقاسيم الحافة فانه يكون ضعف مقدار زاوية الشيئين المرصودين

ولنفرض ان د كافى (شكل ١٨) الشئ الذى على اليمين و ج الشئ الذى على اليسار فباجراء العملين (الاول والثانى) تكون النظارة ل محررة على الشئ د والنظارة ف على الشئ ج ومن حيث ان النظارة ل مثبتة على النقطة صفر من التقسيم فان كان مقدار الزاوية التى بين الشيئين عشر درج فالنظارة ف تكون مقابلة للدرجة العاشرة من الاسفل ثم باجراء العمل (الثالث) تدور الدائرة وحدها وتبقى النظارتان مثبتتين على النقطة التى كانا عليهما من الحافة الا ان النظارة ف حيث كانت تابعة لحركة الدائرة تصير على استقامة د كافى (شكل ١٩) فتكون النظارة ل خارج الزاوية صانعة مع النظارة ف زاوية مقدارها عشر درج وحينئذ اذا حركنا النظارة ل لاجل توجيهها على استقامة الشئ ج كافى (العمل الرابع) يلزم ضرورة ان ترسم قوسا مقداره عشرون درجة مبتدأة من صفر ومنتهية فى ج كافى (شكل ٢٠) وهذا هو ضعف الزاوية الكائنة بين الشيئين ومجرد النظر فى الاشكال يكفى فى توضيح ذلك وجعله محسوسا

(فى تكرر قياس الزاوية ثلاث مرات)

الخامس ان تفك الدائرة لتتحرك على طبلتها وتدور الحافة والنظارتان معها الى ان تتجه النظارة العليا ل الى الشئ الموجود على اليمين كافى (شكل ٢١) وتهدى الشعرة الرأسية الى نقطة الغرض

السادس اذا ثبتت الدائرة تثبيتا متينا فحرك النظارة السفلى ف وجرها على الحافة حتى تصير متجهة الى الشئ الموجود على الشمال كافى (شكل ٢٢) واهد الشعرة الرأسية على نقطة الغرض

السابع ان تفك الدائرة لتتحرك على طبلتها وتدورهى والنظارتان معها الى ان تتجه النظارة السفلى ف على الشئ الذى على اليمين كافى (شكل ٢٣)

ثم

ثم تهدى الشعرة الافقية الى نقطة الغرض

الثامن اذا كانت الدائرة مثبتة تثبيتا متينا فقل النظارة العليا ل لتتحرك فازلقها على الحافة لتصير على الشئ الذى على اليسار كما فى (شكل ٢٤) واهد الشعرة الرأسية الى نقطة الغرض

فهالك الزاوية الثانية المأخوذة وانظر حينئذ الدرج والدقايق وكسور الدقايق المبينة بمسقط محور النظارة العليا على تقسيم الحافة فيكون ذلك مقدار الزاوية الواقعة بين الشيئين اربع مرات

وبالقياس المتقدم تكون النظارة ل مثبتة على الدرجة العشرين وبالعمل الخامس تكون مهداة على الشئ د كما فى (الشكل ٢١) وبهذا تخرج النظارة ف خارج الزاوية فقد عرف انه لاجل رد النظارة ف على الشئ ج فى العمل السادس لزم نقل هذه النظارة عشرين درجة وقد كانت على الدرجة العاشرة فتكون حينئذ على الدرجة الثلاثين كما فى (شكل ٢٢) لكن بالعمل السابع بقيت النظارتان مثبتتين على الدرجة العشرين والثلاثين فتدور الدائرة وحدها وباهداء النظارة ف على الشئ د تخرج النظارة ل خارج الزاوية كما فى (شكل ٢٣) فحينئذ اذا تحركت النظارة ل لتتجه على النقطة ج كما فى العمل الثامن يلزم ان ترسم النظارة المذكورة زاوية ضعف الزاوية الكائنة بين الشيئين مبتدأة من وضعها الاخير اعنى الدرجة العشرين فتكون حينئذ على الدرجة الاربعين كما فى (شكل ٢٤) وهذا هو قدر الزاوية ج كد المراد قياسها اربع مرات وهكذا يفعل فى غير ذلك من القياسات فقد استبان ان النظارتين بكل حركة مخصوصة ملجأن دائما الى ان يتقدما بقوس ضعف الزاوية المراد قياسها لان حركة دوران الدائرة تخرجهما دائما على التعاقب خارج الزاوية المذكورة بحيث انهما باجتماعهما وتقاطعهما لتوجههما الى الشئ الاخر الا بعد برسمان مقدار الزاوية مرتين فعلى هذا يحصل

اولا ان النظارة ل اى العليا بمرورها بهذه المثابة على محيط الدائرة يمكن

ان تقطع هذا المحيط مرة اومرتين اوثلاث مرات وهكذا فى اخر بعض قياسات فحينئذ يجب التنبه لذلك وان يضاف لكل درجة وقفت عليها النظارة العليا مقدار ٣٦٠ درجة مكررا بقدر المرات التى قطعتها هذه النظارة على المحيط وثانيا انه يلزم دائما ان توجد كمية ثابتة تكون فاضلا بين كل قياسين ومقدارها يساوى ضعف الزاوية المطلوبة اعنى يساوى القياس الاول وعلى هذا فمن المستحسن حساب هذا الفاضل فى كل قياس لتحقق عدم الغلط

(فى تكرر قياس الزاوية خمس مرات اوسبعة الخ)

(٧٢)

لاجل قياس الزوايا يعاد العمل (الخامس والسادس والسابع والثامن) وكثيرا ما يقع الغلط فى حركات دوران النظارتين هذه لاجل اهدائهما الى الاشياء بتحريك النظارة وجذبها اذا كانت الدائرة هى التى يلزم ان تدور لتدور النظارة معها لكن بالتفطن والعادة يندر هذا الغلط على انى اذكر لك فى ذلك بعض اصول مأمونة يمكن بقاؤها فى الذهن فاقول اعلم ان حركتى الدائرة واحدى النظارتين لابد وان تكونا متعاقبتين وان كلا من الدائرة والنظارة لا يمكن ان يتحرك ابدا مرتين متواليتين

ومتى كانت احدى النظارتين خارج الزاوية كانت هى التى يلزم ان تفك لتتحرك وتقاطع النظارة الاخرى وتهدى على الشئ الابعد ومتى كانت النظارتان محررتين على الشيئين فالدائرة هى التى يلزم ان تفك لتتحرك

وبالجملة فلا تختم الزاوية اعنى لا يتم قياسها الا اذا تحررت النظارة العليا على الشئ الذى على الشمال

(فى احكام القياسات المأخوذة بدائرة التكرار)

(٧٣)

ما قدمناه فى شرح دائرة التكرار واستعمالها يدل على مقدار الضبط الذى يمكن نيله من هذه الالة فانه يسهل ان يشاهد انه من حيث ان قياس الزاوية يعمل

ويتكرر

ويتكرر على التوالى فى النقط المختلفة من الحافة وان آخر قياس ينقسم دائما على عدد جميع القياسات السابقة عليه تقل غلطات التقسيم كلما كثرت الاعمال بحيث ان انعدامها بالكلية متوقف على تجلد العامل وزيادة على ذلك اذا عرف ان اعظم غلط فى التقسيم من الآلة المستعملة يبلغ عشرين ثانية يؤخذ دائما عشر قياسات مضعفة لكل زاوية فحينئذ اذا وصل الى النقطة الكثيرة الاختلال من النقط المختلة كما فى آخر عمل قسم على عشرين فيرجع الخطا الى ثانية واحدة فيها او الى صفر فى غيرها من باقى النقط

والصانع الفطن المهندس فى آلات الرياضة كالمهندس لينوار يمكنه ان يتعهد بان الغلط فى تقسيم دائرة مقدار نصف قطرها ستة اصابع عشرة ثوان او خمسة عشر

فقد علم انه لو لم يوجد للخطا اسباب اخرى غير التقسيم لجاز للعامل ان يفتخر بتحصيل قياس الزوايا مع الغلط بثانية واحدة لكن يجب الاعتراف بان هنالك اسبابا اخرى واحوالا كذلك لا تصادفنا غالبا الا وقت العملية فيمنعنا ان نتكفل بمثل هذا الضبط وان كان قد يقع فى بعض الزوايا لكن لا يمكن ان يحصل فى عمليات طويلة متتابعة

ويجب التنبه الى ان العامل الاكثر تعودا لا يمكنه ان يقدر على دائرة نصف قطرها ستة اصابع وتقسيمها النونيوسى بين ثلاثين ثانية لا سبع ثوانى او ثمانية تقريبا كما لا يمكنه ان يتكفل بتقدير انطباق النونيوسى ابتداء على صفر الاقسام الا والفرق اربع ثوان تقريبا فلا يخشى من بلوغ الخلل الناشئ من هذين التقديرين عشر ثوان ومن المعلوم ان الاشياء لا تكون دائما على بعد واحد من العامل فتكون الشعرتان المدونتان للنظارة تارة اصغر من الشئ المحرر عليه وتارة اكبر وفى هذه الحالة توارى الشعرتان هذا الشئ بالكلية فلا يمكن التكفل بتمام الانطباق بين مركز الشئ ومركز الشعرتين وايضا العمال يعرفون تغيرات المناظر التى تعترى الاشياء غالبا فتظهر كبيرة او صغيرة ظاهرة او خفية على حسب تأثرها بنور الشمس زيادة ونقصانا او تلبسها بالوان

غير ملائمة للنظر

والآلة عرضة للاختلال الناشئ من هذه التغيرات كثيرا بحيث يحتاج العامل الاكثر تمرنا المسافة ساعة تقريبا فى قياس الزاوية الواحدة بها عدة مرات كافية لضبطها وفى مدة ساعة يشاهد العامل فى الصحرآء او على برج ناقوس كثيرا من هذه التغيرات الناشئة عن الاحوال غير الموافقة كثرة وقلة مما يعد فى باب الخطا الممكن حصوله ولا شك ان انواع الخلل الناشئة من العوائق غير اللائقة بابصار الاشياء محتملة بلا شك اذا لم تبلغ فى مقدار الزاوية الاخمس ثوان واذا كان الشئ بعيدا وفى الافق فضوء الشمس اكثر ضررا من نفعه لان الشئ المنير يكون اقل تميزا فى الضوء منه فى الظل

ثم ان استعمال الدآئرة يقتضى كثرة الانتباه واللطف فى الحركات لدفع التحير فى القياسات ولعدم اختلال الآلة فيشاهد حينئذ انه يمكن ان يرتكب فى قياس زاوية خلل يساوى ١٥ ثانية غير ما ينشأ عن التقسيم فلو فرضنا الناشئ عن التقسيم ١٥ ثانية ايضا كان الحاصل بفرض اجتماعهما فى جهة واحدة ٣٠ ثانية وحينئذ لا ينمحى هذا الخلل بالتقسيم الا بعد خمسة عشر قياسا للزاوية المضعفة

ولا شك انه لا فائدة فى تبليغ القياسات الى اكثر من ذلك لسببين الاول ان ذلك يستلزم زمنا طويلا يسأم منه امهر عامل ويشق عليه على ان الاحوال الوقتية والمحلية قد تأبى ذلك الثانى انه لا يتفق ان انواع الخلل تجتمع فى جهة واحدة وان ذلك لا يظهر الا فى القياس الاخير الذى نتيجته هى المختارة عن غيرها بسبب التقسيم الذى يمحو الخلل بالكلية وقد استبان بالتجربة انه بعد سادس قياس للزاوية المضعفة لا تختلف النتائج عن بعضها الا بثانية او ثانيتين وانه اذا كانت الاحوال لائقة فلا فائدة للزيادة فى قياس الزاوية المضعفة عن عشر مرات لان الزاوية حينئذ لا تختلف عن الزاوية المطلوبة الا بثانية واحدة وهذا هو الضبط الزآئد عن المطلوب فى الاعمال والغرض من هذه القياسات وليعلم انه لا يكون الفرق الا عشر ثوانى بين المتباعد من الزوايا الناتجة من كل قياس بعد التقسيم وانه

لو اقتصر

لواقتصر على قياس الزاوية المكررة ثلاث مرات لما كان الفرق بين الزاوية الحقيقية والمختلة الاست ثوانى بل ثلاثا تقريبا كما هو الاغلب

وهاهنا تنبيه لازم هو انه قد يتفق بل يقع غالبا ان الدائرة الجديدة تفيد قياس زوايا المثلث الثلاث مع الضبط لكن عند جمعها يحصل خلل بالزيادة او النقصان عن مقدار القائمتين وهذا لا يعزى الى الآلة ولا الى العامل بل الى نسيان الرد الى مركز الوضع المضطر له دائما فحينئذ لا يسهل دائما ان يحصل مع الضبط الكافى قياس البعد بين هذا المركز والاتجاه الذى قيست فيه الزاوية قياسا مستقيما حتى لا يحصل فى الرد خلل بثانية او اكثر

وقد استعمل دوائر التكرار الاول فى قياس القوس الارضى المهندس دلامبر والمهندس ميكين وكان قطرها يساوى ١٦ اصبعا وكانت منقسمة الى ٤٠٠ درجة والدرجة الى ١٠ اجزاء وكل جزء الى ١٠ اجزاء فيكون كل من هذه الاجزاء الاخيرة ٠٠١ر٠ من درجة ومن منذ سنين نوع المهندس لينوار تراكيب هذه الآلة وصيرها موافقة لجميع انواع الاعمال الفلكية ونوع قطرها فجعله من عشرين اصبعا الى عشرة

واخترع منها آلات اخرى للاعمال الجيودوزية ونوع قطرها فجعله من ٩ اصابع الى ٤ فبآلة قطرها تسعة اصابع يمكن رصد ابعاد تزيد عن ٦٠٠٠ ميتر والعامل المتمرن بها بعد اربعة اعمال يتيقن انه لم يرتكب خللا ازيد من خمس ثوان وبواسطة آلة قطرها اربعة اصابع يمكن رصد ابعاد من ٢٠٠٠ ميتر الى ٢٤٠٠ بدون خوف الخلل بدقيقة واحدة فان المهندس لينوار المشتغل على الدوام بتحسين آلات الطبيعة والفلك اجتهد فى دوائر التكرار الآخذ تركيبها فى الاختصار

(الباب الرابع)

(فى شرح الاوكتان او ربع الانعكاس وذكر استعمالها)

الاوكان آلة تستعمل فى البحر لاخذ ارتفاعات الكواكب والابعاد بينها بواسطة رؤية احد كوكبين بالاستقامة والثانى بالانعكاس فى مرآتين بحيث يرى الكوكبان منطبقين والذى استكشفها المهندس هادلى

فآلة هادلى هذه مكونة من ثمن دائرة د ف كما فى (الشكل ٢٥) عليه حافة او قوس مقداره ٤٥ درجة ومنقسم الى ٩٠ جزأ اى انصاف درج كل منها يعد درجة كاملة فى العمل وعليه عضادة م ن تتحرك على المركز للدلالة على الاقسام وبالقرب من مركز هذه العضادة مرآة مستوية ى عمودية على مستوى الآلة موضوعة على اتجاه العضادة او بينها وبين الخط المنصف للعضادة بالطول زاوية مقدارها اربع درج او خمس و ش مرآة اخرى مستوية اصغر من الاولى مثبتة على الآلة على جهة التوازى لنصف القطر م ف لارتداد الصورة المنعكسة فيها من المرآة الكبرى ى وفى هذه المرآة الصغرى ينظر العامل ومتى كانت العضادة فى ابتداء التقسيم اعنى جهة ف كان مستوى المرآة الصغرى ش موازيا بالضبط لمستوى المرآة الكبرى وكانت قزازة المرآة الصغرى امام العامل وقزازة الكبرى بالعكس والنظارة ل و على احد جانبى الآلة فيلزم ان يكون محورها عمودا على هذا الجانب وان تكون مع ذلك مقابلة لمركز المرآة ش فلا تقبل القزازة المقابلة للعينية من النظارة الاشعة المنعكسة من المرآة المذكورة الا بنصفها لكون نصفها الآخر معد لمرور الاشعة الواصلة من الشئ المنظور بالاستقامة

ويلزم فى وضع المرآتين ان يأتى شعاع نور من نقطة قريبة من منتصف المرآة الكبرى فيقع فى منتصف الصغرى بزاوية مقدارها ٧٠ درجة او ما يقرب من ذلك ثم ينعكس موازيا لمحور النظارة وان تمر الاشعة الآتية من الشئ من الجانب الشفاف بدون مانع فيوضع امام المرآة قزازة سوداء محاطة ببرواز يدور على مشبك واذا قوى ضوء الشمس او القمر وضعت تلك القزازة امام المرآة الكبرى ى ويصح استصحاب عدة من هذه القزازات اذا ازدادت قوة

ضوء الشمس والقمر واذا كان الشيئان متباعدين باكثر من ٩٠ درجة تحول عين النظارة كما يشاهد في ً و بان تستعمل مرآة صغيرة اخرى شَ عمودية على الصغرى الاولى ش فتنعكس اشعة الشيء من المرآة الكبرى ى الى الصغرى شَ ومنها الى النظارة وَ وهذا ما يسمى بالرصد العكسي فان كانت الشمس هي المطلوب ايجاد ارتفاعها ينظر في النظارة للجزء من الافق المقابل للشمس ويجعل الظهر جهة الشمس

ولاجل تفهيم اثر الانعكاسين نفرض ان الشمس س كما في (شكل ٢٦) مرتفعة بقدر ٢٠ درجة ومن حيث ان العضادة متباعدة عن ابتداء التقسيم بقدر ١٠ درج وان المرآة بـد المثبتة على العضادة كذلك فالشعاع س ل يقع على المرآة بزاوية قدرها ١٠ درج لان المرآة اذا كانت رأسية فالشعاع المرتفع بقدر ٢٠ درجة يحدث مع المرآة زاوية مقدارها ٧٠ درجة لكن المرآة مائلة بمقدار ١٠ درج على الخط الذي زاويته س ل ب تساوي ٨٠ درجة فالشعاع يرتد بزاوية مساوية لها يعني ان زاوية د ل ى تكون ايضا ٨٠ درجة وزاوية ز ل ى ١٠٠ درجة فحينئذ يكون ل ى موازيا للافق والشعاع المنعكس يقابل في النقطة ى المرآة الصغرى الموازية لجانب الآلة فتكون بالبناء على ذلك عمودية على الافق ويرتد منعكسا على سبيل الافقية جهة العين و وحينئذ تظهر الشمس ملامسة للافق وان كانت مرتفعة بقدر ٢٠ درجة

ومن حيث ان كلا من المرآتين تعطل الاخرى يجب امالة احدهما عن الاخرى ببعض درج وذلك مثل ٥ درج مثلا فتكون الزاوية س ل ب ٨٥ درجة وكذلك الزاوية د ل ى ومن حيث ان المرآة تصنع مع الخط الرأسي زاوية مقدارها ١٥ درجة يكون الشعاع ل ى مائلا بقدر ١٠٠ درجة او ٨٠ فيقع على المرآة ى بزاوية مقدارها ٨٠ وينعكس منها بزاوية كالزاوية المذكورة لكن ان كانت المرآة ى مائلة بقدر ١٠ درج فالشعاع يكون مائلا بمقدار ٩٠ درجة اعني موازيا للافق والعين

الموضوعة فى النقطة و ترى الافق والشمس على استقامة واحدة
وفى الرصد العكسى تستعمل مرءآة فى الزاوية القائمة من مرءاة ى فنفرض كما
فى (شكل ٢٧) ان و عين العامل الناظر للافق ش الذى يقابل الشمس
وان س ل ا الشعاع الساقط من الشمس المفروض انها مرتفعة بقدر
٢٠ درجة فمن حيث ان الزاوية س ل ز ٧٠ درجة ومرءآة ب د
متباعدة عن ابتداء تقسيم الآلة او الخط الرأسى بقدر ١٠ درجات
تكون زاوية السقوط س ل ب ٨٠ درجة وكذلك زاوية الانعكاس
د ل ى فيكون الشعاع المنعكس ل ى مايلا على الخط الرأسى ز ل
بقدر ٩٠ درجة او موازيا للافق فاذا وقع على المرءآة ى الافقية انعكس
فى مرءآة و انعكاسا افقيا ويتحول اتجاهه بقدر ٢٠ درجة والعين
و تشاهد الشمس فى الافق ولكن من حيث انه لا يمكن فى العمل ابصار
شئ افقى فى المرءآة الموضوعة وضعا افقيا نفرض ان المرءاتين قد وضعتا
فى اول الامر بميل مقداره ٥ درجات فتكون حينئذ الزاوية
س ل ب مساوية ٨٥ درجة وكذلك الزاوية د ل ى المتكونة
من الشعاع المنعكس من المرءاة الكبرى فعلى ذلك يصنع الشعاع
ى مع الخط الراسى زاوية تساوى ١٠٠ درجة من اعلى او مع الافق زاوية
مقدارها ١٠ درجات ويقع على المرءاة ى المائلة بقدر ٥ درج بزاوية
مساوية ٥ درج وينعكس بزاوية بهذا القدر فحينئذ يتغير ميله بقدر ١٠
درجات ويصير موازيا للافق وقد علم من هذا سبب كون قوس مقداره ٤٥
درجة يكفى فى رصد اقواس مقدارها ٩٠ درجة وكون الشعاع المنعكس
يتحول بضعف الزاوية الواقعة بينه وبين المرءآة العاكسة فاذا وقع على مرءآة
بزاوية مقدارها ١٠ درج تغير ميلانه بقدر ٢٠ درجة فيكفى تغيير
المرءآة والعضادة بقدر ١٠ درجات لاجل تطبيق الشمس على الافق مع انها
مرتفعة بقدر ٢٠ درجة ويكفى تغييرها بقدر ٤٥ درجة فيما اذا كان
الارتفاع بمقدار ٩٠ درجة

فلذا يلزم تقسيم الحافة مع غاية التدقيق لان الانعكاسات تضاعف انواع الخلل الحاصلة فى التقسيم ويلزم ان يكون للعضادة تحرك محكم على مركز الآلة وان يكون محورها دائما عموديا على مستوى الاوكتان لانه اذا تحول قليلا غير ميل المرآة الكبرى التى فوق العضادة بالنسبة للمرآة الصغرى التى فوق الحافة ويجب ايضا ان يكون تحرك هذه القطعة من الآلة سهلا كما يجب ايضا ان تصنع عريضة بقدر الامكان عند القرب من المركز ويجب ايضا ان يكون سطحا المرآتين تامى الاستواء لان ادنى انحناء فى احدى المرآتين المذكورتين يصير الشئ ملتبسا ويغير موضعه لان الشئ ينعكس انعكاسات متنوعة بحسب الاجزاء المختلفة من المرآتين وينبغى ان تكون المرآتان المذكورتان من مادة معدنية او من زجاج وان يكون مستوياهما متوازيين على قدر الامكان ويصح ان يترك فيهما انحراف يسير بشرط ان تكون حوافيهما ثخينة كانت او رقيقة موازية لمستوى الآلة (وكذلك قطع مستوييهما المشترك بالضرورة) وذلك ان الشئ فى هذه الحالة وان كان حينئذ يتكرر عدة مرار تكون مرار تكرره متقاربة جدا دائما ولابد ان يوجد فيها مرة معتبرة مالم تكن الزاوية صغيرة جدا وانما المشقة العظمى حينئذ فى رصد كوكب صغير لان الضوء يتوزع الى صور مختلفة ولاجل تحقق وجود التوازى على الوجه المشروح يقاس البعد بين الشيئين ومتى قلبت المرآة من اعلى الى اسفل فى بروازها فان نصف الفاضل هو مقدار الزاوية الواقعة بين المستويين وقد عمل المهندس بورده جدولا للخلل الناتج من ذلك فى الزوايا

وينبغى فى تركيب النظارة الانتباه الى ان تغيير وضعها بسهولة ممكن لاجل ان تقع الاشعة المنبعثة على جزء مختلف المقدار قلة وكثرة من النظارة بحسب قوة الضوء وضعفه ويجب ان يكون جزء من زجاجة المرآة الصغرى شفافا لكن اذا كان احد الشيئين مضيئا اضاءة كافية دون الآخر يمكن رؤية الشئ ضعيف الضوء من خلال هذا الجزء فاذا كان فى المرآة جزء صقيل من خلفه فقط وجزء صقيل مقصدر يستعمل المقصدر لرصد النجوم والاول لرصد الشمس والقمر

لزيادة ضوئهما وبدون ذلك لو جعلنا الشمس احد الشيئين او قابلنا القمر بنجمة صغيرة ثابتة لاحتجنا الى تنقيص شدة ضوء صورتهما المنعكسة لوضع زجاجة او جملة زجاجات معتمة

ولا يلزم تحقيق وضع النظارة بالضبط بل يكفى ان تكون المرءاتان موضوعتان بالنسبة للقطع والعضادة حتى ان العامل يرى المرءاة الثانية رؤية تامة ويستعمل الالة مع الفائدة

ويسهل الحكم بان الاوكتان لا يحتاج لمسند او عمود صلب فان اضطراب هذه الالة وان امكن ان يجعل صور الاشياء المرئية مرتجة فحركاتها الظاهرة المخصوصة تصير دائما بالتقريب على خطوط متوازية ولا يصعب تعيين كون الاشياء منطبقة او متباعدة ومتى كانت الاشياء بعيدة ولم تعظمها النظارة الا اربع مرات او خمسا امكن مسك الالة باليد بدون رجلها وبهذه الكيفية يمكن فى البحر اخذ ارتفاع الشمس والقمر والنجوم الزاهية جدا وابعادها حين تكون السماء صحية

ولاجل تحقق ان المرءاة الكبرى عمودية على مستوى الالة يوضع على الحافة قطعتان من نحاس ارتفاعهما واحد نتشاهد احداهما مستقيمة والاخرى منعكسة من المرءاة الكبرى فاذا كان المستويان العلويان من القطعتين على استقامة واحدة تحقق ان المرءاة المذكورة عمودية على مستوى الالة والا وجب تغيير وضعها بواسطة برمة القاعدة وبواسطة البرمة الكائنة فى ظهر المرءاة ويصح ايضا وضع المرءاة على قاعدة ا ولوح من بلاتين يدور بواسطة برمة وبهذه الكيفية تحقق عموديتها فى جميع الاوضاع

ولاجل تصيير المرءاة الصغرى عمودية على مستوى الالة يجب تطبيق صورتى كوكب كلتاهما على الاخرى بوضع الالة وضعا رأسيا ثم افقيا لانه لا يمكن ان ينطبقا فى الحالتين الا اذا كانت المرءاة الصغرى عمودية ايضا على مستوى الالة

واما المرءاة الصغرى المتأخرة فانها صعبة التحقيق لكن حققها المعلم

دولند

دولند بواسطة شعبة تنتم اليها وقد روى بلاد الانجليز ان هذا الاختراع جدير بالمزية الخصوصية

وقد رتب المهندس ماجلان المرآتين الصغيرتين بحيث يدوران على محور مشترك وعين الزاوية الكائنة بينهما بواسطة تقاسيم الآلة وفى تأليفه طرق عديدة تتعلق بتركيب هذه الآلة واستعمالها وفى كتاب المهندس لوبك المسمى مرشد المسافر البحرى تفاصيل كثيرة ايضا فى شأن الآلة المذكورة

ولا شك ان النظارة جزء لا بد منه لهذه الآلة خصوصا اذا اريد استعمالها فى رصد غير الشمس من الكواكب كالقمر والثوابت ويمكن الاستغناء غالبا عنها فى العمليات البحرية خصوصا فى بلاد الانجليز فانه يستعمل فيها من انواع هذه الآلة ذات الالسنة التى تقاس بها الابعاد مع فرق دقيقة تقريبا

وعلى ما رآه المعلم كاى يجب ان تكون نظارة الاوكتان مركبة كتركيب النظارة المعظمة الكبيرة التى من نظارات الملاعب اعنى ان تكون مركبة من قزازة مقابلة للعينية بعد نقطة احتراقها عشرة اصابع ومن قزازة عينية مقعرة او سطح مقعر بعد نقطة احتراق احدهما ثلاثة اصابع ونصف او اربعة ويلزم ان يكون مقدار طول قطر انفتاح المقابلة للعينية من اربعة وعشرين الى ثمانية وعشرين ومقدار قطر العينيسة من خطين الى ثلاثة فقط ويصح ان تكون الماسورة من نحاس او خشب مستورة بنوع من الجلد

ويلزم ان تكون العينية موضوعة فى ماسورة تتحرك داخل اخرى تحركا عسرا لكى يتيسر للعامل تطويلها الى ما يوافق بصره ولاجل بقائها على هذا الوضع عند لمسها بالوجه ولا بد ان تكون المقابلة للعينية جيدة المركزية بالنسبة لمحور النظارة وينبغى ان تكون الماسورة مثبتة على الآلة بحيث يكون محورها موازيا لمستوى الآلة ومارا بمنتصف الخط الفارق بين الجزء المقصدر والجزء الشفاف من المرآة الصغرى كى او بعلامة منتصف المرآة ان كان فيها ذلك

ولتحقق كون النظارة موازية لمستوى الآلة يقاس البعد بين شيئين

متباعدين بمقدار ٩٠ درجة او اكثر فان كانا منطبقين دائما فى الجزء الاسفل من النظارة والاعلى منها اى الاكثر بعدا عن المستوى كان ذلك دليلا على كون النظارة موازية للمستوى توازيا تاما وان لم ينطبقا انطباقا كليا بان انطبقا فى محل دون آخر يقاس بعدان فى مستو بين مختلفين ولتحقق كون النظارة عمودية على خط ابتداء التقسيم ينظر صورتا شئ واحد احداهما مستقيمة والاخرى منعكسة ثم يطبقان على بعضهما بتحريك العضادة فان لم تقع على صفر من الدرج والدقايق كان الفرق هو الخلل فى عمودية النظارة ويكفى حفظه لاعتباره فى قياس الارتفاعات والابعاد

ولاجل اخذ ارتفاع كوكب بواسطة الاوكتان تحرر النظارة على الافق وبامالة المرءآة المتحركة يجعل شعاع الكوكب افقيا بتضعيف انعكاسه فتسهل العملية جدا بحيث يكفى تطبيق مركز الكوكب او حافته على الافق ولا ضرر فى رؤية هذين الشيئين فى نقطة اعلى او اوطأ من الجزء الشفاف من المرءآة وينبنى على ذلك انه لا ضرورة الى تطبيق الافق على صورة الشمس فى نقطة معينة فوق الآلة كما يقع ذلك فى استعمال غير الاوكتان من الآلات فان حركة السفن كانت تمنع ذلك سابقا فى الاعمال البحرية فيكفى هنا ان يتحقق كون الاوكتان محسوس الرأسية مدة العمل ولذا حين تنظر دائما صورة الشمس على الافق يمال مستوى الآلة امالة لطيفة من اليمين الى اليسار وبالعكس فان بقيت الشمس على ارتفاع واحد بقاء ظاهرا فصورتها المرئية فى المرءآة الصغرى يظهر ان ترسم قوس دائرة مركزها النقطة التى فيها هذا الكوكب من السماء ويلزم ان يمس هذا القوس الافق فى نقطة تقاطعه بالخط الرأسى وحينئذ تظهر صورة الشمس متباعدة تباعدا متساويا عن الافق فى جهتى هذه النقطة ويلزم ان تطابق الافق فى هذه النقطة فقط ويمكن ان تختار النقطة من الشمس المراد ايجاد ارتفاعها على حسب الارادة واغلب الملاحين يختارون الحافة السفلى من صورتها بدل المركز فان هذا اضبط ولاجل ايجاد البعد بين كوكبين يوضع مستوى الآلة فى مستوى الكوكبين المذكورين وينظر احدهما مستقيما من فتحة المرءآة الثابتة ويؤتى

بالآخر على استقامة الاول بامالة العضادة والمرآة المتحركة وبواسطة آلة اوكتان مضبوطة مقدار نصف قطرها ٢٠ اصبعا يمكن ايجاد ارتفاع الشمس اوبعدها عن القمر مع فرق دقيقة تقريبا وتكفى هذه الآلة ايضا فى ايجاد الطول فى البحر مع فرق نصف درجة تقريبا

ومن منذ سنة ١٧٣١ الف وسبعماية وواحد وثلاثين اجتهدوا فى تغيير نوع الانعكاس الى انواع شتى فان المعلم كالب سميت اعرض نوعا مضمونه انه بدل ان يشاهد الافق مستقيما وصورة الكوكب منعكسة انعكاسا مزدوجا يشاهد كل منهما منعكسا انعكاسا منفردا ويوجد وصفه فى الجزء الاول من الاستكشافات الرياضية الطبيعية المرتبة فى رصدخانة مرسيليا سنة ١٧٥٥ الف وسبعماية وخمسة وخمسين وكانت هذه الآلة اذ ذاك اختراعا جديدا والرصد بها من الخلف اقل صعوبة من اوكتان هادلى بكثير لكن المرآة لا تغير بل تصلح الآلة بالطريقة التى كانت تصلح بها فى حالة الرصد من الامام

وقد شرعوا من مدة قليلة يستعملون دآئرة تامة بدل الاوكتان لاخذ الابعاد فى البحر فان التحقيقات بهذه الدآئرة اسهل وانواع الخلل الناشئة من التقسيم والتوازى يسهل ضبط تصليحها بها عن الاوكتان بان يؤخذ بدل بعد واحد مجموع ابعاد فحينئذ انواع الخلل الحادثة من التقسيم تجبر وقد عرف حذاق المعلمين مزاياها عن الآلات العادية حتى فى الارصاد الفلكية وسيأتى وصف هذه الآلة فى الباب التالى لهذا الباب كما شرحها المعلم بوردة

(فى استعمال الاوكتان فى اخذ خرطة اقليم)

(٧٥)

الاوكتان يستعمل فى قياس الزوايا المحصورة بين اشياء متباعدة كائنة على الافق وذلك لانه بمجرد النظر تميز الاشياء المظلمة قبالة السماء اذا كانت مضيئة والاشياء المنيرة قبالة السماء اذا كانت معتمة ويمكن بغاية السهولة تحقق تطابقها فى الاوكتان اما الاشياء المنخفضة عن الافق فانه يتعسر جدا رؤيتها بالكلية بالاوكتان خصوصا اذا كانت صغيرة اوبعيدة والاشياء المنظورة على الاستقامة

يضيع كثير من ضوءها برؤيتها من خلال الشفاف من المرآة الافقية فالاحسن ان يزال هذا الجزء بالكلية

ومن المستحسن اخذ بعد كل شئ بالنسبة لشيئين اخرين او ثلاثة ثم اخذ ابعاد هذه الاشياء الاخيرة كل منها بالنسبة للاخر فبالرمز بحرف أ و ب و ك و د الخ للاشياء يؤخذ اولا البعد من أ الى ب والى ك ثم من ب الى ك والى د وهكذا والاعمال يحقق كل منها بالآخر لا بمعنى ان مجموع الابعاد بين الاشياء المختلفة المتوسطة يكون مساويا دائما للبعد بين الشيئين المتطرفين ولا بمعنى ان مجموع الزوايا المأخوذة حول نقطة من الافق يكون مساويا دائما ٣٦٠ درجة فان مثل هذا الانضباط التام لا ينبغى ان ينتظر فى الاعمال مالم تكن الاشياء الجارى عليها العمل فى مستو واحد ومع ذلك فان الطريقة التى وضعت يحصل بها ضبط عظيم لا يتأتى معه اختلالات فاحشة خصوصا التساهلات التى يمكن ان تحصل فى قرآءة الزوايا على الحافة غاية الامر ان هذه الابعاد لا تحتاج لسوى تصليح خلل التعديل واذا اريد قياس ارتفاع كل شئ او انخفاضه عن مستوى الافق امكن تصحيح كل عمل لاجل تحويل الزوايا الى مستوى الافق لكن فى هذا تطويل للعمل تطويلا زائدا وهذا التصحيح صغير جدا فى الاشياء البعيدة فيمكن اهماله

والاوكتان وان كان لا يفيد قياس الزوايا بين الاشياء البعيدة مع الضبط التام المطلوب للعملة يستعمل اقل ما هنالك لاخذ الصور المعتادة مع الضبط الكافى والسرعة العظيمة واذا اردت ان تعمل العملية مع غاية الضبط فاستعمل اولا الاوكتان فى اخذ اول صورة لاجل تمييز المحال التى يلزم ان تكون فيها الاوضاع الاصلية فيؤخذ منها خمسة اوستة فى كل صورة اريد عملها بغاية الضبط وينبغى انتخابها انتخابا جيدا حتى ان كلا منها يكون ممتازا عن ماعداه ويمكن كشف جميع اجزآء الارض المراد اخذ صورتها من محلين منها فى الاقل ثم تعين صور هذه الاوضاع الاصلية بواسطة آلة اخرى اكثر اتساعا من الاوكتان فيها نظارات بدل مجرد الالسنة وانما الاوكتان على هذا يستعمل فى وضع

القرى وغيرها من الخال غير المشهورة القريبة من بعض هذه الاوضاع الاصلية فى الصورة

ومن المفيد غالبا فى اخذ الخرط امرار خط مستقيم فى خلال الاقليم المراد اخذ خرطته فيعين لذلك المكان الذى اذا رسم فيه العامل من نقطة معلومة من الافق خطا بعينه لاقى الافق من الجهة الاخرى وهذا كله كناية عن تكوين زاوية مقدارها ١٨٠ درجة فى شئ معلوم فتوضع العضادة على ١٨٠ درجة وبالقاء العين على اللسان المتأخر يتجه النظر على الغرض ثم ينظر اى نقطة برؤيتها منعكسة تنطبق على الغرض المنظور على الاستقامة فتكون هذه النقطة هى التى يقطع الخط فيها الافق ثانى مرة ولنا طريقة اخرى فى ذلك وهى ان يوجه النظر الى جزء الافق المقابل تقريبا للغرض المعلوم ثم ينظر ماهى نقطة الافق التى برؤيتها مستقيمة تنطبق على الشئ المرئى حينئذ منعكسا ويجب اختيار احدى هاتين الطريقتين عن الاخرى بحسب قوة ضوء كل من الشئ والجزء المقابل له من الافق وبهذه المثابة يمكن رسم خط نصف نهار يقطع الاقليم كله

ومن المفيد ايضا للعامل ان يعرف متى يكون على استقامة الخط الجامع بين الشيئين المتباعدين فان الغالب فى اخذ الخرط صعوبة كشف الشئ البعيد جدا خصوصا اذا لم يتيسر للعامل الاتجرد لمحه من وراء هضبة واسطة فى تحقق هذا المحل الذى يكون كذلك ان ينتقل العامل فوق هذه الهضبة المتوسطة ليتيسر له ان يرى هذا الشئ من اقل مسافة لكن تجب رؤيته على استقامة واحدة لانه كلما تناقصت رؤيته على الاستقامة عن حالها الاول تغير منظر الشئ تغيرا تاما حتى لا يمكن كشفه غالبا فيجب على العامل معرفة طريقة يتحقق بها انه على استقامة واحدة مع الضبط التام ومتى قرب من هذه النقطة المتوسطة يضع العضادة على ١٨٠ درجة كما تقدم ويحرر النظر على الشئ المفروض انه المطلوب وينظر هل هو مطابق للوضع الاول المرئى فيه رؤية منعكسة اولا فان لم يطابق يغير الوضع حتى تحصل المطابقة وحينئذ يكون العامل على استقامة الخط الجامع بين الوضع الاول والشئ ويمكن ايضا تحرير

النظر على الوضع الاول لينظر هل الشئ البعيد المنظور منعكسا منطبق اولا وذلك بحسب شدة تميز احدهما بالسهولة

(فى استعمال الاوكتان فى اخذ الصور ذوات المسافة المتوسطة)

(٧٦)

قد يؤخذ مثل هذه الصور بقياس الزوايا وقد يكون بقياس الابعاد فقط وامهر العمال يستعمل الطريقتين لتكون كلتاهما تحقيقا للاخرى واخذ هذه الزوايا بغاية السرعة وقليل من المشقة بواسطة الاوكتان احسن منه بواسطة الجرافوميتر وغيره من الالات الكثيرة الاستعمال التى تقتضى التمكين فى الوضع لكن هذه الزوايا تكون حينئذ مقيسة فى المستويات المختلفة الكائنة عليها الاشياء وليست مردودة الى مستوى افقى واحد كمالو استعمل الجرافوميتر او البلانشيطة اللذان السنتهما مائلة ولهما اعادة روح تسوية فان كانت الارض مضرسة بالجبال وليس فيها الاقليل استواء امكن ان يحصل بهذه الطريقة خلل فى صورة الارض وفى القياس المصنوع على موجب هذه الصورة وفى هذه الحالة تقاس الارتفاعات المختلفة والانخفاضات كذلك وتحول الزوايا المأخوذة بهذه الكيفية الى الزوايا التى تقاس على المستوى الافقى لكن هذا لا يمكن حصوله الا بالممارسة الزائدة فى الاعمال

وهنا زيادة على التصليحات التى اسلفنا الكلام عليها ايضا تصليح يجب التنبه له اذا كانت الاشياء متقاربة جدا لان الاوكتان يبين على الحافة الزاوية الواقعة بين الشعاع المنبعث من الشئ المعكوس الى مركز المرآة الكبرى وبين الشعاع المنبعث من الشئ الآخر الى مركز النظارة الافقية او الى اللسان فان الحالتين مستويتان واذا كانت العين دائما موضوعة على اللسان ينبنى على ذلك انه متى قطع الاول من هذين الخطين الآخر فى الثقب العينى بالضبط فان الاوكتان يبين حينئذ الزاوية الكائنة بين الشيئين بالنسبة للعين فى وضعها هذا اذا نقلت الآلة وان وقع تقاطع هذين الخطين فى غير ذلك حصل بين الزاوية المبينة على الحافة والكائنة بين الشيئين بالنسبة للبصر فرق

لا يلتفت اليه

واذا حررت المرءآة الافقية الخارجة بعد تحكيمها على الشيء اللازم رؤيته بالاستقامة بدل الشيء البعيد فان الاوكان يبين على حافته مع الضبط الزاوية الكائنة بين الشيئين ومركز المرءآة الكبرى سواء كانا بعيدين اوقريبين نعم ليست هذه الزاوية هي الزاوية المنحصرة بين الشيئين بالنسبة للعين الموضوعة على اللسان لكن ربما انقع تعيين الزاوية المنحصرة بينهما بالنسبة لمركز المرءآة الكبرى او يبحث عن خلل التصليح باستعمال الشيء اللازم رؤيته على الاستقامة بدل شيء بعيد اذا لم يرد تغيير التصليح الحاصل للشيء البعيد وبعد تعيين خلل التصليح تجب اضافته للزاوية المعينة على الحافة اوطرحه منها

واذا فرضنا المرءآة الافقية معدلة على شيء بعيد فالفاضل بين الزاوية المعينة على الحافة والزاوية المنحصرة بين الشيئين بالنسبة لمركز المرءآة الكبرى ينشأ بالكلية عن بعد الشيء المنظور بالاستقامة وفي العكس يكون الفاضل بين الزاوية الاولى والزاوية المنحصرة بين الشيئين بالنسبة للعين الموضوعة على اللسان ناشئا بالكلية من وضع محل الشيء المنظور بالانعكاس اعني من بعده والزاوية المبينة على الحافة لامن بعد الشيء المنظور بالاستقامة

وقد جرت العادة عند اخذ صورة باقيسة متتالية فقط بدون قياس الزوايا بامرار خط مستقيم في خلال الارض قريب جدا ما امكن من حدودها ثم تنزيل اعمدة على هذا الخط من كل التواءآت من هذه الحدود وهذا الخط يسمى خط المحط وكل من نهايتيه اللتين يغرس فيهما شاخصان يسمى بالمحط والاعمدة المتقدمة بالرأسيات وتقاس بالميترا وبالجنزير وابعاد النقط المختلفة التي يقطع فيها العمود خط المحط ويبتدء من المحط الاول يجب ايضا ان تقاس بالجنزير فحينئذ اذا رسم خط مستقيم على الورق لبيان خط المحط ترسم فوقه جميع الاعمدة او الراسيات بواسطة المقياس الاختصاري وبالوصل بين نهايات هذه الاعمدة تحدث صورة كاملة لحدود الارض وبهذه الطريقة يمكن ان تؤخذ صورة ارض جسيمة

ومن النافع في هذه الاعمال الاخيرة ان يرسم خط في خلال قطعة الارض المراد اخذ صورتها يمر من وسطها وان يرسم ايضا آخر عمود عليه فحينئذ اذا اخذ على هذين الخطين اعمدة من جميع النقط المشهورة خصوصا النقط التي تحدّ الارض حدث شكل مضبوط لقطعة الارض لانه وان امكن اخذ صورة دوائر كثيرة مع الضبط الكافي كل منها على حدته فان انواع الخلل تجمع كلها اذا ارتكب في كل منها قليل خلل فلا تشابه الصورة الارض المأخوذة

ومن حيث انه يحتاج لكثرة هذه الاعمدة فلابد من طريقة سهلة لرسمها وليس لنا آلة يعمل بها ذلك مع غاية السرعة سوى الاوكتان وذلك بان تمكن هذه الآلة وتثبت العضادة على الدرجة ٩٠ ويمشي العامل على استقامة خط المحط في يده هذه الآلة موجها نظره دائما الى الشاخص الابعد امامه ومعاونه فيمشي على استقامة حدود الارض وحينئذ اذا اراد العامل اقامة عمود من نقطة معلومة من خط المحط وقف في هذه النقطة وينتظر الى ان يرى معاونه بالانعكاس في الاوكتان فيكون المعاون حينئذ على النقطة التي يلزم ان يمر بها العمود من محيط الارض واذا اراد العامل عكس ما تقدم اى تنزيل عمود من نقطة معلومة على محيط الأرض فان المعاون يقف على هذه النقطة ويمشي العامل على خط المحط الى ان يراه بالانعكاس من الاوكتان فيكون في النقطة التي يلزم ان يقع عليها العمود النازل من النقطة المفروضة

واذا احتيج لتعيين هذه النقط مع الضبط التام يرسم على مستوى الاوكتان خط من اللسان الى وسط المرءآة الافقية ثم ينزل على هذا الخط عمود من مركز المرءآة الكبرى ويرسم تقاطعهما ثم يثقب فيه ثقب صغير غاير في مستوى الآلة وبالتهيؤ بهذه الكيفية فوق خط المحط يعلق في هذا الثقب ثقل مركزي ويوضع الآلة على خط المحط يعين الثقل محل الرأسي مع فرق ربع اصبع تقريبا وفي هذه الحالة يجب ان يوضع الاوكتان على مسند واذا اريد اقامة رأسي من نقطة معلومة على خط المحط وضع شاخص في هذه النقطة ووضع ثقب الاوكتان على طرف الشاخص وحينئذ بتوجيه النظر على خط المحط ترى بالانعكاس النقطة التي يجب ان يمر بها

الراسى من الخط المحيطى
وقد اسلفنا ان هذه الرأسيات ترسم على خط المحط بزوايا قائمة لكن قد يضطر الى رسم خط يسدد مسد الرأسى ويكون زاوية معلومة مع خط المحط وفى هذه الحالة يلزم تثبيت العضادة على الزاوية المفروضة ويجرى العمل كما تقدم ومن حيث ان الخط المرسوم على مستوى الاوكتان مار من مركز المرءآة الكبرى يلزم ان يكون مرسوما بحيث يقطع الخط الآخر مارا باللسان والمرءآة الافقية على حسب قدر الزاوية المعلومة وحينئذ يعين هذا التقاطع النقطة الزاوية التى يجب ان يعمل فيها الثقب لتعيين محل الرأسى كما تقدم
واذا عين خلل التصليح بمجرد استعمال الشئ المنظور بالاستقامة عوضا عن الشئ البعيد وبتثبيت العضادة بحيث تكون الزاوية المبينة على حافة الآلة هى زاوية الرأسى المفروض اذا اصلح فيها خلل التصليح فان النقطة الزاوية حينئذ تقع دآئما فى مركز المرءآة الكبرى وبهذا تكون النقطة ثابتة لا تتغير ولو تغيرت زاوية الراسيات وفى هذه الحالة يلزم تعيين خلل التصليح فى كل رأسى يرسم بالخصوص وبالتأمل يظهر ان الطريقة المذكورة هى المختارة

(الباب الخامس)

(فى شرح دآئرة الانعكاس والعمل بها)

(٧٧)

انما نذكر هنا شرح دآئرة الانعكاس بعد الاوكتان لكونها تخلفه مع الفائدة التامة فى جميع الاحوال خصوصا فى الاعمال البحرية

(٧٨)

وقد اشتغل العلماء وارباب الفنون كثيرا فى عصرنا هذا فى طرق تحسين الآلات ذات الانعكاس المستعملة عند الملاحين لكن لم يتقدم فى ذلك احد كالمهندس طوبيا ميير الذى هو معلم بمدينة غوتنغان فقد اعرض هذا الفلكى الشهير عوضا عن الاوكتان العادى المسمى باوكتان هادلى دآئرة انعكاس لها مزية عجيبة هى

انه كلما تكاثرت الاعمال بها نقصت دائما انواع الخلل الناشئة عن التقسيم ولا يناط انمحاؤها بالكلية تقريبا الا بتأنى العامل

ولنضف الى ما هنا رسم هذه الدائرة كافى (شكل ٢٨) على الكيفية التى رسمها بها اميير نفسه فى كتابه المسمى بنظريات القمر وغيره المطبوع بمدينة لوندره فى سنة الف وسبعماية وسبع وستين مسيحية ولهذه الدائرة كالاوكتان هادلى مرآتان مَ و نَ وظيفتهما كوظيفتهما فى الآلة القديمة ووضعهما كوضعهما فى الآلة القديمة الا ان المرآة الصغرى نَ بدل ان تكون مثبتة على جسم الآلة تكون محمولة مع نظارة ش على عضادة مخصوصة تدور على مركز الدائرة وحركتها مستقلة عن حركة عضادة المرآة الكبرى ولنبين طريقة العمل بهذه الآلة

فنفرض ان المراد قياس المسافة الظاهرة بين كوكبين س و ل فتوضع اولا العضادة م على نقطة معينة من التقسيم كنقطة أ المفروضة نقطة صفر مثلا ثم تترك هذه العضادة مثبتة وبتحريك عضادة النظارة فقط يعمل كما عمل بالاوكتان توازى المرآتين اعنى ان تعين بالعمل نقطة الحافة التى يلزم ان تحمل عليها العضادة ش لاجل ان تكون المرآتان متوازيتين وينال هذا كما هو معلوم بتطبيق كل من الصورتين المرئية احداهما بالاستقامة والاخرى بالانعكاس لشئ بعيد اياما كان على الاخرى فى مدى النظارة فاذا كمل هذا العمل تثبت ايضا العضادة ش وتوجه النظارة على الكوكب ل ثم بفك العضادة م للمرآة الكبرى تحوّل من جهة العين نحو ب الى ان تدخل فى النظارة صورة الكوكب س المنعكسة من المرآتين وتلتصق بصورة الكوكب ل المرئية باستقامة من خلال الجزء الشفاف من المرآة الصغرى فحينئذ القوس أب المقطوع بالعضادة م فى سيرها يبين الزاوية الظاهرة بين الكوكبين

ومن المتيسر مشاهدة ان الرصد المشروح لا يغاير الرصد الذى يعمل بالاوكتان فى شئ فليس لدائرة الانعكاس الى هنا فائدة عن الآلة القديمة بل اذا اكتفى

بهذا الرصد كان الاوكتان افيد لان نصف قطره فى العادة اكبر من نصف قطر دائرة الانعكاس لكنه لا يكون كذلك اذا عمل الرصد مرات متوالية بهذه الآلة الاخيرة لانا اذا فرضنا اننا باعتبار النقطة ب الموجودة سابقا صفرا للتقسيم نبتدء عملية ثانية مشابهة للاولى اعنى ان نرصد رصدا تجهيزيا لتوازى المرءآتين بنقل العضادة نَ من النقطة شَ الى النقطة ك ثم نرصد انطباق صورتى الكوكبين بنقل العضادة م من النقطة ب الى النقطة كَ فيظهر حينئذ ان القوس ب كَ يبين الزاوية الظاهرة بين الكوكبين وان القوس الكلى ا كَ يبين ضعف الزاوية المطلوبة او ان هذه الزاوية نصف ا كَ فينتج من ذلك انه لو وجد خلل فى القسم الكائن فى النقطة كَ لا نقسم قسمين ولم يتأثر مقدار الزاوية المأخوذة الا بنصف ذلك الخلل وهكذا لو عملت ايضا عملية ثالثة ورابعة كل منهما مشابهة للاولى فان الخلل الناشئ من التقسيم يرجع الى الثلث ثم الى الربع من الزاوية التى يفيدها آخر تقسيم من العضادة فقد ثبت ان خلل الزاوية المرصودة يتلاشى شيأ فشيأ كلما ازدادت الاعمال وعلم من هذا ان مزية الدائرة على الاوكتان تعظم على التدريج

وربما اعترض بانه كلما ازدادت الاعمال بالاوكتان ايضا يتوصل الى انعدام انواع الخلل الناشئة من التقسيم ويجاب بان عضادة المرءآة الكبرى فى الاعمال المتتابعة الحاصلة بالاوكتان لا تبعد الا بشئ يسير عند اول عمل عن نقطة التقسيم التى نقلت عنها تلك العضادة وان خلل هذا التقسيم يجب ان يؤثر بكيفية واحدة فى كل من الارصاد الاخرى

ولننبه على ان فى الرصد المشروح كنا فرضنا ان الكوكبين س و ل يكونان دائما على بعد واحد كل منهما عن الآخر وان كان يقع غالبا ان هذا البعد يتغير تغيرا عظيما فى المسافة الزمنية من رصد الى آخر لكن من حيث انه يمكن دائما ان يفرض فى قصير مدة العمليات ان التغير متناسب مع الزمن يكون من الواضح انه اذا عينت ساعة كل رصد وقسم حاصل الساعات والقوس الكلى الذى تقطعه العضادة على عدة الارصاد حدث بعد متوسط

بين الكوكبين مناسب لمتوسط ساعة الارصاد
وقد فرغنا من بيان مزايا دائرة انعكاس المعلم ميير لكن بقى ايضا ان فى هذه الآلة عيبا اصليا هو فى الاوكان ايضا ينشأ عنه غالبا انواع من الخلل اعظم من التى تنشأ من عدم ضبط التقسيم ولنبين ذلك فنقول
من المشاهد ان رصد بعد كوكبين مسبوق دائما برصد تجهيزى به تجعل المرءآتان متوازيتين وهذا الرصد التجهيزى يحصل عادة باخذ ما يحقق التوازى كافق البحر من كل ما تنطبق صورتاه المستقيمة والمنعكسة كلتاهما على الاخرى لكن الملاحون يعرفون ان هذه الواسطة غير مأمونة لانه اذا رصد انطباق الصورتين بنظارة يتفق بمجرد تقارب هاتين الصورتين ان لا تتميز كل منهما عن الاخرى الا بغاية الصعوبة فلا يمكن حينئذ تحقيق النقطة التى فيها ينطبقان ولو عمل الرصد بدون نظارة لمنع هذا الضرر ضاعت مزية تعظيم الاشياء
وهناك فى الحقيقة كيفية اخرى اضبط من غيرها فى عمل هذا التحقيق تحتوى على رصد انطباق صورتى جرم الشمس لكن عيبها انها تتعب اعين الراصد خصوصا وهى تتكرر فى كل مرة اريد فيها قياس البعد بين كوكبين على انه من حيث انه يصعب عمل دائرة مع الضبط لاجل انه اذا توازت المرءآتان فى وضع العضادتين امكن توازيهما ايضا فى بقية الاوضاع يضطر الراصد لمراجعة رد المرءآة الصغرى غالبا لاجل وضع خط مركزى الصورتين فى مستو مواز لمستوى الآلة وبهذا تصير العمليات طويلة متعبة وبالجملة فدائرة انعكاس ميير على كل حال يعتريها عيب هو انها تقتضى عمليتين لنتيجة واحدة
وقد احس مخترعها بهذا العيب فذكر فى كتابه انه ينبغى ان تثبت قطعة بالعرض على احدى عضادتى الدائرة بحيث اذا اسندت العضادة الاخرى على طرف هذه القطعة تكون المرءآتان متوازيتين مع الضبط التام لكن يسهل ان يرى انه ولو استعملت هذه الطريقة يلزم دائما قبل الشروع فى الارصاد ان يتحقق هل المرءآتان موضوعتان كما ينبغى فيضطر الى الرصد التجهيزى لاجل التوازى

ومن المعلوم ان الخلل المرتكب فى هذا الرصد يعترى جميع الارصاد التالية له

وقد شوهد مما ذكرنا ان دآئرة ميير هذه على الحالة التى هى عليها لم يزل فيها عيوب من عيوب الاوكتان بل يشاهد ايضا انها ربما كانت اشق استعمالا لكونها تستدعى كثرة الاعمال ولهذا تركها الملاحون لكن كان يمكن تصليح هذه الانواع من الخلل بحيث تصير لهذه الآلة درجة فوقان ظاهرة على جميع الات الانعكاس المعروفة ولنذكر ما توصل له المهندس بورده من ذلك التصليح بطريقة سهلة فنقول

قد رأى المهندس المذكور ان الراصد فى جميع الاعمال سواء كانت بواسطة دآئرة ميير او بالاوكتان يصل اليه الشيء دآئما من جهة واحدة من النظارة اعنى انه من جهة اليمين تصل اليه صورة الكوكب المرئى بالانعكاس قال لكن من البين انه لو ترك بين النظارة والمرآة الصغرى مسافة كافية لمرور الاشعة لامكن اتيان هذه الصورة ايضا من الشمال كما فى (شكل ٢٦) وها نحن نذكر انه بالجمع بين هاتين الطريقتين لرصد نقطة الانطباق يمكن الاستغنا عن الرصد التجهيزى للتوازى فنقول

لتكن دآئرة ميير هى الجارى بها العمل كما فى (شكل ٢٩) فنفرض فيها تأخر القزازة المقابلة للعينية من النظارة عن المرآة الكبرى بشيء يسير ونقل المرآة الصغرى ن قريبا من الحافة فتحدث مسافة عظيمة بين المرآة الصغرى والنظارة اذا تقرر ذلك يفرض س و ل كوكبين يراد قياس البعد بينهما

فيبتدء بتثبيت عضادة المرآة الكبرى على نقطة ا معينة من التقسيم كنقطة صفر مثلا ثم تحرر النظارة على الكوكب ل الذى هو من جهة الشمال وتحرك عضادة النظارة بدون لمس عضادة المرآة الكبرى الى ان تصير صورة الكوكب س الآتية من جهة اليمين منطبقة فى مدى النظارة على صورة الكوكب ل المرئية بطريق الاستقامة وعند تمام هذا الجزء الاول

من العمل تثبت عضادة النظارة وتدور الآلة بتمامها على سطحها الى ان تحرر النظارة على الكوكب س ثم تفك عضادة المرآة الكبرى وتنقل من جهة العين نحو ب حتى تنطبق الصورتان مرة ثانية وحينئذ يكون نصف القوس أب هو البعد بين الكوكبين وذلك لانا اذا نظرنا للمحال المشغولة بالمرآة الكبرى على التوالى مدة مرورها من أ الى ب علمنا انه لابد وان يكون مضى بالضرورة مسافة زمن مكث فيها المرآتان متوازيتين واذا فرضنا ان النقطة بَ مثلا هى النقطة التى كانت موجودة فيها حينئذ العضادة يكون من البديهى ان كلا من القوس أبَ الذى رسمته العضادة من ابتداء نقطة أ التى رصد فيها الانطباق الاول الى نقطة بَ التى هى نقطة توازى المرآتين ومن القوس ببَ الذى قطعته العضادة المذكورة من ابتداء نقطة بَ التى هى نقطة التوازى الى نقطة ب التى رصد بها الانطباق الثانى يفيد الزاوية الظاهرة بين الكوكبين ومن ذلك يستنتج ان نصف القوس الكلى أب يفيد ايضا تلك الزاوية فعلم حينئذ انه قد امكن الوصول لايجاد الزاوية المطلوبة بدون رصد التوازى وانه قد حصل للعمليتين نتيجتان بخلاف ما لو استعملت طريقة المهندس مييرفانه كان يلزم لذلك اربعة اعمال وقد علم ايضا انه اذا تكررت الارصاد المذكورة عدة مرات بالابتداء دائما من النقطة التى فيها العضادة باعتبارها صفرا للتقسيم حصل بعد اربعة ارصاد قوس أكَ هو مقدار الزاوية الظاهرة بين الكوكبين اربع مرات وبعد ستة ارصاد قوس مقدار الزاوية ست مرات وهكذا بحيث تكون هذه الزاوية دائما مساوية للقوس الكلى الذى تقطعه عضادة المرآة الكبرى ومنقسمة دائما على عدد الارصاد فقد ثبت بترتيب قطع الآلة بهذه الكيفية الجديدة وباستعمال طريقة المهندس بورده فى الارصاد ان خلل رصد التوازى بين المرآتين قد زال رأسا وان عدد العمليات قد رجع الى النصف

ومما ينبغى التنبيه عليه انه قد فرض فى الطرق التى ذكرناها ان نظارة الآلة تكون محررة بالتوالى على الكوكبين س و ل لكن من المعلوم انه اذا رصدت

الابعاد بين القمر وغيره من الكواكب باى آلة انعكاس يضطر الراصد الى ان يصل اليه بالانعكاس صورة الكوكب الاشد نورا من الكوكبين الجارى عليهما العمل كان تصل اليه صورة الشمس عند قياس البعد بين الشمس والقمر وصورة القمر عند قياس الابعاد بينه وبين غيره من النجوم فلا بد من تصحيح طريقة العمل فى هذا الشان وهذا اسهل جدا باستعمال الطريقة المستعملة فى الارصاد بالاوكتان وذلك بان تقلب الآلة حتى يتغير وضع كل من الكوكبين بالنسبة للمرآتين ففى مثالنا المتقدم يقال ليكن س الشمس و ل القمر ويدل تحريرالنظارة على الشمس لاجل عمل الرصد الثانى تحريرها على القمر مثل الرصد الاول ثم تدور الآلة حول محور النظارة الذى هو ش المعتبر محورا للحركة الى ان تدور نصف دورة وحينئذ اذا نقلت العضادة م من نقطة ا الى نقطة ب انعكست صورة الشمس على المرآتين كما تنعكس ايضا صورة القمر فيهما اذا حررت النظارة على الشمس واعيدت الآلة لوضعها الاول

ويقال للرصد الذى فيه تأتى اشعة الكوكب المنعكس من جهة اليمين كما فى الارصاد بالاوكتان وارصاد ميير رصدا يمينى ويسمى الذى تأتى فيه الصورة المنعكسة من الشمال كما فى (شكل ٢٩) رصدا شماليا ويقال للرصدين المتتابعين اللذين احدهما من جهة اليمين والآخر من الشمال واللذان يغنيان عن الرصد التجهيزى لتوازى المرآتين رصدان متقاطعان وقد اسلفنا انه يضم لآلة ميير درجة من التحسين جديدة ظاهرة بابعاد المرآة الصغرى عن النظارة واستعمال الطريقة الجديدة فى الارصاد

(الباب السادس)

(فى شرح البلنشيطة وذكر كيفية استعمالها)

(٧٩)

مع كون البلنشيطة آلة مشهورة نرى من اللازم ان نتكلم بعض كلام على شرح تركيبها فنقول

ان تركيبها الذى نشرحه هنا هو الذى صنعه المهندس لونيل خليفة المهندس كانويت الذى كان مهندس آلات الرياضة لاكدمة العلوم الفرنساوية فقد اقر المهندس قونيوط هذا التركيب وجعله الانفع الاسهل وذكر شرحه فى آخر كتاب له فى الاستحكامات طبعه فى سنة الف وسبعماية وثمان وسبعين مسيحية

والبلنشيطة بهذا التركيب المذكور كما فى (شكل ٣٠) مركبة من تختة محمولة على رجل كرجل الجرافوميتر وهيئة وضعها على رجلها تظهر من الشكل وفى (شكل ٣١) صورة رؤيتها بجانب التى تبين البرمة المستعملة عقبا للتختة لتثبيتها على رجلها وفى (شكل ٣٢ و ٣٣) صورتا مستويها العلوى والسفلى وبواسطة المقياس الاختصارى تعرف ابعادها ويمكن انشاء تخت على مثالها

ويصح ان تكون التختة مربعة اومستطيلة وان تكون كبيرة اوصغيرة بحسب المراد من استعمالها واعلاها وبروازها فى (شكل ٣٢) مصنوعان من الواح من خشب الراتينج جيدة الانتخاب والتركيب مجموعة ببعضها مع غاية التدقيق واسفلها كما فى (شكل ٣٣) من خشب الجوز وملصوق بالتختة بمسامير من خشب الراتينج لكى تكون التختة جيدة الاستواء

ولابد ان تكون فى التختة من الوسط ثقب برمى من نحاس معشق فى الخشب وان يكون البرواز ملتصقا بالتختة ببرم ثمانية من نحاس رؤوسها داخلة فيه بالكلية ورأس كل برمة مثقوب بثقب مربع يوضع فيه مفتاح لزنق تلك البرم اوفكها عند ارادة ذلك ومتى خرجت البرم الثمانية من التختة بالكلية امكن ازالة البرواز برفعه لان التختة داخلة فى البرواز باركانها كما هو ظاهر فى (شكل ٣١) وهذا لازم لاجل امسال اطراف الفرخ من الورق الموضوع على البلنشيطة وبعد ازالة البرواز يمد الفرخ على البلنشيطة ويبل بسفنجة اوبشئ آخر بلا متساويا فى جميع اجزائه بحيث لا يرتخى فى جهة اكثر من الاخرى ثم تثنى اطراف الفرخ الاربع على حوافى التختة ثم يعاد البرواز مع عدم قطع

النظر

النظر عن مد الفرخ فى جميع الجهات مدامتساويا قبل اعادة البرم ولاجل استعمال هذه البانشيطة ينتظر جفاف الفرخ فان مر عليه هواء رطب وتأثر من رطوبته فابتل بعض بلل وارتخى بذلك لزم قطع العمل

ولاء على رجل البانشيطة المبين فى (شكل ٣٠ و ٣١) ثلاثة اجزاء اصلية تفصل منها فالاعلى مركب من لوح مستو من خشب الجوز قطره يساوى ١٦ من ميتر مقسوم الى ماية وعمقه ٣ من ماية ومن لسانى عقب من الخشب المذكور ماصقين على اللوح لصقا جيدا

والاسفل قطعة من الخشب المذكور فى اعلاها لسانان مساويان اللسانين الملصقين باللوح وفى اسفلها ثلاثة السن صغيرة مرتبة بها قطع الخشب الثلاثة الحاملة للبانشيطة والجزء الثالث قطعة من الخشب المذكور كائنة بين الالسن الاربعة الكبار يكون منها مع هذه الالسن عقبان عظيمان مرشتاهما من نحاس فى آخر كل واحدة منهما ثقب برمى باذن من نحاس منفعته زنق العقبين المذكورين اوفكهما بحسب ما يراد مع غاية اللطف وبدون رج التختة لان زنق العقب يكون من الجهتين فى آن واحد بتدوير احد الثقبين البرميين فى احدى الجهتين والآخر فى الاخرى بحيث ان القوتين الحادثتين تماحيان ولا يؤثران تأثيرا محسوسا على البانشيطة وفائدة هذين العقبين عظيمة لانهما يصيران التختة مستوية ويضبطانها متى كانا منزوقين جدا والقطع الثلاث الحاملة للتختة مرتبطة بالعقب ويمكن زنق كل من العقبين وفكه بواسطة الثقب البرمى ذى الاذنين والعقبان مصنوعان بحيث يمكن بهما تبعيد القطع الثلاث الحاملة للتختة اوتقريبها كما يراد اى انهما متى قربت من بعضها تماست طولا وضمها يكون بحلقة من نحاس لامكان حمل الآلة بسهولة

والتختة المبينة فى (شكل ٣١) ممسوكة على البانشيطة ببرمة تنفذ من اللوح وتدخل فى ثقب برمى معشق فى اسفل التختة فمتى فكت هذه البرمة دارت التختة على البانشيطة بسهولة جدا وبزنقها تضبط وبفكها بالكلية تنفصل التختة من رجلها ويمكن وضعها على اى تختة بالزنق ولما كانت هذه البرمة الكبيرة

صعبة التدوير وكان لابد من امكان تثبيت البلنشيطة بالسهولة بدون تحريكها بالقوى اللازمة لزنق هـذه البرمة الغليظة التى رأسها من فوقة زنقا شديدا بين اللسانين وضعوا تحت اللوح رافعة صغيرة من نحاس مرتبطة مع العقب فى نقطة ا بقطعة من نحاس معشقة وطرفها الآخر فيه برمة من نحاس صغيرة ب طرفها يمتد تحت قطعة النحاس المعشقة فى اللوح فالبرمة الغليظة داخلة فى الرافعة وفى قطعة النحاس الصغيرة المرتبطة بها تلك الرافعة وفى اللوح ومتى زنقت البرمة الصغيرة ب انزلت طرف الرافعة التى بضغط وسطها على رأس البرمة الغليظة تنزلها وبهذا تنضبط البلنشيطة انضباطا جيدا على اللوح وتتثبت تثبتا متقنا كما يراد فهذه البرمة الصغرى ليست لازمة الا لاجل امكان تثبيت التختة بدون تحريك لها حيث انه لا يتيسر ذلك باستعمال البرمة الغليظة لتعسر تدويرها اكثر من الصغيرة فلا تستعمل الاعقبا اذا اريد مجرد تدوير البلنشيطة على رجلها واذا اريد فصل التختة بالكلية منها تمسك رأس البرمة الغليظة باحدى اليدين لاجل تثبيتها وباليد الاخرى تدار التختة الى ان تخرج البرمة الغليظة من الثقب بالكلية

ومتى رجع بالبلنشيطة الى البيت لزم فك رجلها ووضعها على تختة ثم ينقل ما رسم عليها فان هذا اسهل من ابقاء البلنشيطة على رجلها لانه يلزم حينئذ المحافظة عليها بقدر الامكان

والمسطرة التى تستعمل لرسم الخطوط على البلنشيطة يقال لها عضادة وهى من نحاس وفى كل من طرفيها مسطرة اخرى من نحاس صغيرة اقل عرضا واكثر رقة منها مرتبطة بها بواسطة عقب ويقال لهما اللسانان ومتى اريد وضع العضادة فى علبتها طبق اللسانان عليها وكل لسان فيه من احدى جهتيه شق ضيق جدا ومن الاخرى كوة فى وسطها شعرة مشدودة فشق كل لسان يقابل كوة الآخر بحيث لو نصب اللسانان واريد تحرير العضادة على شئ لدورت الى ان يصير ذلك الشئ موازيا بشعرة الكوة المقابلة للشق الذى منه ينظر

وليتنبه الى ان الشق وشعرة الكوة المقابلة له فى مستوى عمودى على البلنشيطة موازلخرفى العضادة ومن حيث ان الاشياء التى يلزم تحرير العضادة عليها تكون اكثر او اقل ارتفاعا وانخفاضا ويقال اعلى وادنى من مستوى البلنشيطة يجعل احد الالسنة عظيما عظما كافيا ليمكن منه مشاهدة هذه الاشياء فاذا كان الشئ اعلا من البلنشيطة ادير اللسان الاعظم الى جهة الشئ ويجرى العكس اذا كان الشئ اوطأ من البلنشيطة

ويوجد بين اللسانين بوصلة اى بيت ابرة وروح تسوية

فابرة البوصلة معلقة فى علبة من نحاس مغطاة بلوح من زجاج وطول العلبة ثمانية اجزاء من مائة جزء من ميتر وعرضها واحد ونصف من مائة جزء من الميتر ويوجد داخلها فى كل من طرفيها قضيب من نحاس عليه خط صغير يبين الجهة التى تتجه اليها الابرة اذا كانت موازية لخرفى العضادة

وروح التسوية انبوبة من زجاج مغلقة غلقا جيدا فيها بعض من روح العرق وبعض من الهواء يتحرك بسهولة شديدة فمتى كانت العضادة على سطح مستو بحيث لا تميل الى جهة اكثر من الاخرى وقف الجزء من الهواء فى وسط الانبوبة واذا مالت ميلا ما ولو قليلا ذهب مع غاية السرعة الى الطرف الاعلا من الانبوبة ومن حيث ان روح التسوية والبصلة مرتبطان بالعضادة بهذه المثابة كانت الثلاثة قطعة واحدة بل وكان الحاصل بها من المشقة ليس اكثر من الحاصل بكل واحدة

ثم ان البلنشيطة متحركة على عقبين عظيمين كما فى (شكل ٣٠) فيهما مسماران موضوعان وضعا متقاطعا فمتى اريد وضعها وضعا افقيا يترك احد هذين العقبين مثبتا ويفك الاخر حتى تميل التختة بسهولة على قدر الحاجة وذلك بعد تثبيت القطع الثلاث الحاملة لها ثم توضع العضادة على التختة على اتجاه مسمار العقب المثبت وتمال التختة قليلا قليلا من جهة الى اخرى الى ان يقف الجزء من الهواء فى وسط الانبوبة وبهذه الكيفية تصير التختة على وضع افقى على احد العقبين ولاجل وضعها كذلك على العقب الاخر يثبت

الاول ويفك الثانى فتوضع التختة وضعا افقيا عليه بالطريقة المذكورة
ومتى كان سطح الارض مستويا استواء تاما امكن رسمه واخذ صورته بالضبط
الكلى فى الصورة المرسومة على الورق ومتى كان خلاف ذلك حصل فرق بين
الارض وبين الصورة المرسومة على الورق بقدر ما يوجد فيهما من عدم
التساوى فحينئذ تكون الصورة المنقولة شبيهة بسطح الارض لو كانت
مستوية وموضوعة وضعا افقيا ويلزم من هذا انه ينبغى ان تكون الزوايا
المرسومة على البلانشيطة مرسومة على مستوى افقى وان تكون الابعاد المأخوذة
على الارض مقاسة على سبيل الافقية

ومن المهم ان تكون البلانشيطة دائما محكمة الافقية لما انه لا ينشأ عن الخلل
اليسير جدا اثر محسوس بالنسبة لانفراج الزوايا المرسومة عليها لكن اذا جبر
الراصد على تحرير العضادة على الاشياء المرتفعة جدا او المتسافلة جدا عن استواء
البلانشيطة لزم له غاية الاحتراس والتدبر لكى يكون الشق الذى ينظر منه
وشعرة الكوة المقابلة له على مستو جيد الرأسية

ولنفرض لذلك مثلا ان كثير الاضلاع المرموز اليه بحروف ا ب ك د هـ ف
كما فى (شكل ٣٤) هو صورة الارض المراد رسمها وان المربع المرسوم فيه
هو صورة البلانشيطة فتوضع العضادة على طرف الفرخ وتدار بلطف الى ان
تصير الابرة المغناطيسية موازية لطرفيها ثم يرسم على استطالتها بقلم الرصاص
خط يرسم عليه سهم يدل على الاتجاه من الشمال الى الجنوب

وبعد ذلك ينتخب على البلانشيطة نقطة كنقطة و تكون موضوعة بالنسبة
للورق وضعا مشابها او قريبا من وضع البلانشيطة بالنسبة للارض المراد اخذ
صورتها ويغرز فيها على سبيل الرأسية التامة ابرة رقيقة جدا بقدر الامكان
لكنها صلبة ويعمل لها رأس من جمع مغرى لكى يسهل اخراجها
وادخالها ولا بد من المحافظة على عدة من هذه الابر متساوية المقدار وتوضع
العضادة على البلانشيطة وبعد رفع اللسانين تسند على الابرة ثم تحرر على نقط
الارض المراد رسمها على البلانشيطة فتحرر مثلا على النقطة ا التى يكون

قدغرس فيها قبل ذلك شاخص لاجل تحرير العضادة بسهولة تامة ويرسم بجانب العضادة خط لانهائى بطرف البرجل فيبتدءبه من اثر الابرة بالتوجه الى جهة النقطة ا ويؤخذ على هذا الخط من النقطة و الى النقطة م فى المقياس الاختصارى بعدمقداره من الامتار واجزاء الامتار يساوى مايوجد من ذلك فى الخط الكائن على الارض بين النقطة و والنقطة م والاحسن ان يستعمل عوضا عن طرف البرجل فى رسم الخطوط بجانب العضادة راسم من الصلب ممسوك بقلم من رصاص ولابدوان يكون مسقيا سقيا جيدا وان يكون طرفه جيد المركزية فيكون فى حجم الابر المستعملة للرسم على البلنشيطة ولابدان يكون سطحه ايضا مصقولا صقلا جيدا لئلا تبرى المسطرة وليرسم خطوطا جيدة على الورق ومن المهم لضبط الاعمال ان يكون وسط امتداد الخط المرسوم بين نقطتين مارا بوسطى هاتين النقطتين واذا كان الراسم اغلظ من الابرة المستندة اليها العضادة يكون وسط امتداد الخط المرسوم بعيدا جدا عن العضادة ويكون الامر بالعكس اذا كان الراسم اصغر من الابرة ومن حيث ان الراسم ممسوكا بقلم من رصاص لاتحصل منه المشقة التى تحصل من قلم الرصاص وحده ولابد من ان يكون فى القلم مأوى صغير من نحاس للراسم يدخل فيه طرفه واذا رسمت النقطة م يؤخذ شعاع على النقطة ف وبعد ان يقاس البعد وف يؤخذ بالبرجل بعد من و الى ن ويرسم بالقلم المذكور م ن ومن حيث ان فى مثلثى م و ن و ا و ف زاوية مشتركة بين ضلعين متناسبين يكون المثلثان متشابهين ويكمل كثير الاضلاع بهذه المشابهة ومن حيث ان الصورة مركبة من مثلثات مشابهة لمثلثات الارض يكون كما هو واضح كثير الاضلاع بتمامه مشابها لكثير الاضلاع الارضى

ثم ان اسرع آلة فى رسم الابعاد الكبيرة جنزير من حديد طوله عشرون ميترا او خمسة وعشرين اما الابعاد القليلة فالمستعمل فى قياسها امتر من خشب منقسم الى اعشار ثم الى مائة جزء واذا اريد اخذ القياسات مع الضبط الكلى استعملت مسطرة من خشب طولها خمسة امتار مضبوطة واذا كانت الارض منحدرة وجب تعديل

الامتار باعتمادها على مساند اوغيرها ثم يسقط ثقل من رصاص من طرف الميتر المرتفع على الطرف الذى على الارض ليتحقق ان آخر كل منهما مقابل لطرف الآخر مقابلة رأسية وهذه الطريقة وان كانت اضبط من غيرها لكنها مطولة وتحتاج الى شغل كثير من الناس فلا تستعمل فى كثير من الاحوال اما الجنزير فهو اسرع وان كان كثير العيوب ومع الاحتراسات التامة تحصل به اقيسة مضبوطة ضبطا كافيا فى العمل وينبغى مدة زمن اخذ الصورة بتمامه ابقاء الناس المستعملين للجنزير عليه وان يتعودوا على شده دآئما على حالة واحدة ويحذروا كل الحذر من انفكاكه اوتعقده فيوضع فى كل طرف من طرفى الجنزير انسان وينبغى للذى يكون ماسكا فى الطرف الاخير ان يثبت الطرف الذى بيده فى نقطة الابتدآء والآخر يمشى امامه الى ان يشتد الجنزير فحينئذ يجرر الاول على النقطة التى يذهب اليها ومتى حرر الجنزير تحريرا جيدا على هذه الحالة يجب ان يغرس الانسان الذى يكون قدام مسمارا من حديد مدببا طوله نحو نصف ميتر فى نهاية الجنزير ثم يذهب بالجنزير الى امام الى ان يصل الانسان الاخير الى المسمار فيثبت فيه طرف الجنزير ويحرر ثانيا على الرجل الذى امامه وهذا الاخير يضع مسمارا فى طرف الجنزير الذى بيده وبعد ذلك يذهب به الى امام ويتبعه الآخر بعد ان يقلع المسمار الاول ويحفظه معه هو وغيره من المسامير ليسلمها الى صاحبه اذا كملت معه فاذا كانت عشرين مثلا فكلما اعطاها له مرة حسب اربعمائة ميترا وخمسمائة بحسب طول الجنزير من كونه عشرين ميترا او خمسة وعشرين وهذه الطريقة من القياس وان كانت سهلة جدا لابد فيها من غاية التنبيه من طرف العامل الواقف على البلنشيطة ليعوّد الذين بيدهم الجنزير على ضبط القياس وعلى عدم الغلط فى حساب عدد مرات القياس بالجنزير فان ذلك كثيرا ما يحصل لهم اذا كانوا غير متعودين على ذلك تعودا كافيا

ولا يمكن اخذ صورة ارض بوضع واحد ما لم تكن هذه الارض قليلة الاتساع ومكشوفة جدا فتنقل البلنشيطة فى جميع ما يلزم نقلها اليه من المحال ليسهل

اخذ جميع النقط المختارة وتسمى النقطة التى توضع البلانشيطة فيها المحطة ولاجل
نقل البلانشيطة من محطة الى اخرى كنقلها مثلا من النقطة ا الى النقطة ب
كما فى (شكل ٣٥) يغرس فى النقطة ب شاخص عليه تحرر العضادة التى
يؤخذ على طولها بالراسم خط من اسفل الابرة متجه ناحية ب الى بروار
البلانشيطة وقبل ان ترفع المسطرة يغرس على هذا الخط ابرة خلف الاولى اذا لزم
ذلك لاجل ابعادها عنها بعدا كثيرا ثم ترفع المسطرة وبعد ان يقاس البعد بين
النقطة ا والنقطة ب على الارض يؤخذ مقداره على المقياس الاختصارى
بالبرجل وينقل على البلانشيطة ويعمل بقلم الرصاص دائرة صغيرة حول النقطة
الدالة على المحطة الجديدة ثم تنقل البلانشيطة الى النقطة ب وينصب شاخص
فى النقطة ا واذا وضعت البلانشيطة فى النقطة ب بحيث تكون نقطة
المحطة الجديدة المعينة على البلانشيطة فوق النقطة المغروس فيها الشاخص
بالضبط يكون وضعها وضعا مستويا على الافق وتفك البرمة الصغيرة التى تثبت
البلانشيطة على لوحها لاجل امكان تدويرها على مركزها وبعد ذلك توضع
العضادة على البلانشيطة وتسند الى الابرتين سندا جيدا وتحرر على النقطة ا
بتدوير التختة تدويرا لطيفا على محورها ثم تثبت التختة المذكورة بزنق البرمة
الصغيرة ثم تقلع الابرتان وتغرس احداهما فى المحطة الجديدة

واذا فرض ان البلانشيطة نقلت بمثل هذه الكيفية من النقطة ب الى النقطة
ك يكون المثلث الصغير المرسوم على البلانشيطة مشابها للمثلث ب ا ك
الكائن على الارض لان لهذين المثلثين زاوية مشتركة ب ومحصورة بين ضلعين
متناسبين وقبل الانتقال من المحطة يجب ان ينتخب من حوله محاط اخرى بقدر
اللازم وتغرس فيها شواخص وتنقل اليها البلانشيطة بالطريقة المتقدمة

ويسمى الخط المرسوم من محطة الى اخرى قاعدة ولا بد من غاية الاحتراس عن
الغلط الحاصل فى طول القواعد واتجاهاتها لان الخلل فى عمل يؤثر فى جميع
الاعمال التالية له ولا بد ان تكون البلانشيطة فى جميع المحاط منحرفة انحرافا
واحدا ومتى اريد مشاهدة كونها موازية لوضعها الاول توضع العضادة

على الخط المرسوم على البلنشيطة وينظر هل ابرة البوصلة موازية لهذا الخط اولا ويرسل كذلك من المحطة التى فيها العامل اشعة على الاشياء الكائنة على الارض المرسومة على البلنشيطة واذا فرضنا اننا وجهنا العضادة على الشاخص المغروس فى النقطة ا بعد وضع البلنشيطة فى النقطة ك فاذا كانت حافة العضادة لا تمر بالنقطة المرسومة على البلنشيطة يستنتج من ذلك انه حصل غلط فيلزم اعادة قياس القاعدة الاخيرة فان وجدان القياس الاول كان غير مضبوط صحح والا فيست القاعدة الاولى ولا يستمر على العمل قبل ان يصحح الغلط فقد يقع فى مثل هذه الاحوال ان تكون القاعدتان مضبوطتى القياس الا ان وضع البلنشيطة كان على غير النقطة المقابلة لنظيرتها على الارض فان هذا الغلط وان كان غير ظاهر اذا كانت المحطة الجديدة بعيدة جدا عن الاولى يكون جسيما اذا كانت القاعدة قصيرة فيلزم لتصحيح ذلك حينئذ استعمال البوصلة واذا امكن كشف نقط من النقط المرسومة على البلنشيطة ورؤيتها من المحطة الجديدة وجبت الاستعانة بها لوضع البلنشيطة وضعا مناسبا والاحسن فى الاشياء البعيدة جدا ان ترسل اليها اشعة لان النقط المبينة لها على البلنشيطة تعين على تعيين اتجاه العضادة بحسب مقدار بعدها عن الابرة المستندة اليها العضادة

(فى طريقة عمل اصل الخرطة بواسطة البلنشيطة)

(٨٠)

طريقة انشاء اصل خرطة بواسطة البلنشيطة لا يخالف الطريقة المذكورة فى استعمال الجرافوميتر او دائرة التكرار الا فى انه بدل رصد مقادير الزوايا فى كل محطة بالاشعة البصرية فى الآلتين المذكورتين ترسم هذه الاشعة نفسها على الورق الساتر للبلنشيطة ويكتب على طول كل منها اسم المكان الذى هو محرر عليه ولا شك ان نقطة تقاطع عدة اشعة مرسلة على شئ واحد تعين مكانه ولنذكر هذه الطريقة باختصار ونفرض ان المراد اجراء العمل على الاقليم المرسوم فى الشكل الثانى فنقول

يرسم على الورق الملصوق على البلانشيطة الخط أَبَ الذى يدل على الخط اب كما فى (شكل ٢) ثم يعطى للخط أَبَ من الامتار المأخوذة على المقياس الاختصارى الهندسى قدر الامتار المقيسة على الارض من طول القاعدة اب ثم تقابل النقطة أَ التى على البلانشيطة بالنقطة ا الكائنة على الارض وخط أَبَ مع القاعدة اب كانهما جزآ شئ واحد واذا تثبتت البلانشيطة على هذا الوضع ترسم من نقطة أَ المناظرة للنقطة ا على الارض اشعة تنبعث الى ديانويل وفلوكور ودانجة واندبل ودنوال وبوبره وغير ذلك وبالجملة فيرسل شعاع الى كل شئ يمكن ان يشاهد من النقطة ا وترسم جميع الاشعة على البلانشيطة ويكتب بجانبها اسم المحل المحررة هى عليه

وبعد ان تكمل اعمال هذه المحطة يشرع فى اخرى مشابهة لها من النقطة ب اعنى ان تقابل كما تقدم النقطة بَ للنقطة ب والخط أَبَ المرسوم على البلانشيطة بقاعدة اب المقيسة على الارض مقابلة تامة بحيث يكون كل واحد مما ذكر منطبقا على الآخر مع الضبط التام ثم ترسم الاشعة وترسل محررة على ديانويل وفلوكور ودانجه واندبل الخ وعلى جميع الاشياء المدركة من نقطة ب فنقطة تقاطع الاشعة المحررة على الشئ الواحد تعين موضعه بالنسبة لنهايتى القاعدة وغيرهما من المحال الاخر من الاقليم المفروض

وبعد هاتين العمليتين ينتقل الى احد الامكنة المعينة بتقاطع عدة اشعة وليكن ذلك فى ديانويل مثلا فتوضع فيها البلانشيطة وتبرم حتى يكون احد الاشعة المرسومة من ديانويل الى احد طرفى خط أَبَ منطبقا انطباقا تاما على خط الارض المبين به ويجعل هذا الشعاع قاعدة للمثلثات الجديدة التى تنتج من الاعمال التى تستعمل فى ديانويل شبيهه بالاعمال التى ذكرناها فى المحطتين الاولين وبهذه المثابة تكون اضلاع المثلث قواعد لعدة مثلثات اخرى فيحدث عنها سلسلة مثلثات تشغل مستوى البلانشيطة ويكون كل رأس من رؤوسها دالا على محل من المحال اللازم تعيينها ورسمها على الخرطة

(عيوب هذه الطريقة فى عمل الخرط العظمى)

(٨٢)

هذه الطريقة فى عمل اصل الخرطة يلوح عليها علامات الضبط مع انها فى الواقع يحصل فيها انواع من الخلل والمضار تقتضى تركها بالكلية اللهم الا ان يكون المطلوب شغلا لا يستلزم تكثير الاعمال ولا عمل جملة من المثلثات وذلك من عدة امور الاول انه كثيرا ما يتفق ان عدة خطوط متجهة من محال مختلفة على شئ واحد تتقاطع تقاطعا طويلا يمنع طوله من ان يعرف مع الضبط فوق الورق المحل المطلوب الذى كان يظهر مع الضبط التام بخمسة اشعة او ستة والغالب ان العامل بعد تفكرات قليلة يجزم بان المحل فى نقطة يراها الائقة بتلاقى اربعة خطوط او خمسة دون ثلاثة او اربعة اخرى فيتحقق ان هذه النقطة هى المحل المطلوب خصوصا اذا لم يشاهد بالنظر عظيم فرق الثانى بدوام العمل لابد وان يوجد فيما بعد بدون شك ابعاد على الورق اكثر طولا او قصرا من المطلوب رسمها بالنسبة لما على الارض الثالث ان هذه الابعاد غير المضبوطة من محل الى محال اخر وذكر تناسبها تدل على انها كانت على غير الوضع المطلوب وان العمل بتمامه كان مبنيا على ذلك بحيث لا يتيسر مقابلة النقط المعينة فى ابتداء الامر وحينئذ يدرك عدم الضبط الموجود فى اصل الخرطة الرابع ان الذى يعين كثيرا على وجود هذه الانواع من الخلل صعوبة تطبيق الخط المرسوم على الورق مع الشعاع البصرى المبين بهذا الخط كما يلزم وعدم وضع مسطرة العضادة مع الضبط على طول هذا الخط وبالجملة فالخلل بقدر اثنى عشر ميترا او خمسة عشر لا يعتبر فيما اذا كان مقياس الخرطة الاختصارى صغيرا جدا فعلى كل حال انواع الخلل وان تضاعفت بالزيادة او بالنقصان يستشعر بها ولا يستشعر بها الا عند تمام العمل اذا اريد تطبيق الاعمال الاول على الاعمال الاخيرة فلا بد من حصول الخلل فى اخذ الخرط العظيمة ولو مع الاحتراس الكلى فى قياس القواعد الجديدة بالبعد عن القاعدة الاصلية لاجل تحقيق الابعاد التى قيست القياس الاصلى وهذه الابعاد وان كانت مضبوطة فى الطول

لابد

لا بد وان يخشى دائما من ان تكون على غير الوضع المطلوب الخامس انه لا يمكن زيادة على ما تقدم استعمال البلنشيطة داخل الابراج والمنارات ونحوها بل لا بد من نصب اشارات وزيادة على كون وضع الاشارات مطولا شاقا يصعب ابصارها في اقليم سهل كما يصعب ذلك في اقليم كثير الجبال يلزم للعامل فيه بالضرورة ان يكون من تفعالبرى الاشياء المختلفة الموجودة في الوديان

ثم ان في استعمال البلنشيطة لاجل عمل اصل الخرطة مضرتين احداهما ان طريقة العمل بالبلنشيطة لا تفيد مقدار الزوايا الكائنة بين الاشعة البصرية الثانية انه لا يمكن معرفة الابعاد بين الاشياء الا بواسطة البرجل او المقياس الاختصاري وذلك انه لا يمكن ابدا ان تحقق بهذه الطريقة الابعاد المعينة بموجب اعمال اعتبر فيها عند قياس الزوايا فرق ثوان بل اللازم العكس فيلزم استعمال هذه الابعاد لانشاء اصل الخرطة فانه حينئذ يتحقق من صحتها في بعض الامور

ولنضم لما ذكرنا انه لا يلزم استعمال الابعاد المقيسة بالبرجل والمقياس الاختصاري لكشف مقدار زوايا المثلثات ولا ايثار الزوايا المعينة بهذه الطريقة لانها لا توافق اصلا مقادير الزوايا المأخوذة بآلة مضبوطة فكيف يمكن ان يتبع هذه الطريقة العملية من حساب المثلثات واحد ولو ممن ليس له الا المام يسير بالاصول الاولية من علوم الهندسة

وقد تبين مما ذكرنا انه لا ينبغي الاعتماد اصلا على استعمال البلنشيطة في انشاء اصل خرطة عظيمة ويحذرنا عن مشكلات ربما يقع فيها العامل بالقياس على عمل سبقت صحته او بغير ذلك

وايثار البلنشيطة على الجرافوميتر في انشاء اصل خرطة عظيمة ناشئ من شيئين بدون شك الاول انها توقف على اوضاع الاشياء بمجرد تقاطع الخطوط بدون حصول مشقة رصد مقدار الزوايا وعمل الحسابات المتعبة الثاني ان في العمل بها توفير الزمن لكن هاتان المزيتان تقتضيان افضليتها على الجرافوميتر الذي يكون العمل به اضبط واظهر وان كان في الحقيقة اشق واطول

ثم ان البلنشيطة يمكن استعمالها مع غاية النجاح في ايجاد النقط المتوسطة بين

الاشياء المشهورة على انها على العموم احسن آلة يؤخذ بها جميع انواع تفاصيل الاشياء

(فى استعمال البلنشيطة لاجل وضع النقط المتوسطة)

(٨٣)

متى رصد مقدار الزوايا الكائنة بين الاشعة البصرية المحررة على الاشياء الاصلية من الاقليم بواسطة آلة جيدة مضبوطة مع الاعتناء الزائد وتوصل بطريق الحساب لمعرفة البعد بينها ومعرفة وضع كل منها بالنسبة لغيره امكن استعمال البلنشيطة مع النجاح لايجاد نقط اخرى متوسطة بين الاشياء الاولى فان ايجاد هذه النقط المتوسطة يساعد على اخذ تفاصيل الاقليم مع الضبط التام وغاية السرعة والسهولة

ولاجل رسم هذه النقط المتوسطة على الورق يعمل فى الحال المعينة الوضع بالطريقة التى ذكرناها فيبعث منها اشعة على الاشياء والعلامات الموجودة فى الاقليم المراد رسمه على البلنشيطة على حالتها التى هى عليها على الارض وليعمل على مقتضى ماذكرناه فى النمرة (٨٠) ويتبع طريقة استعمال الآلة المذكورة فى انشاء اصل الخرطة

(فى ذكر استعمال البلنشيطة فى اخذ تفاصيل الاقليم وذكر مزاياها فى ذلك)

(٨٤)

البلنشيطة اسهل آلة لاخذ تفاصيل اقليم لانها لاتحتاج فى استعمالها لرصد مقادير الزوايا الحادثة من الاشعة البصرية مع الابرة المغناطيسية ولا لكتابتها على مسودّة ولا لكتابة الابعاد الكائنة بين الخطات فلا حاجة لعمل مسودّة وهذه مزية عظيمة فى اغلب الاحوال لانها ولو بلغت الغاية فى النظافة تتعسر قراءتها اذا احتوت على كثير من التفاصيل مالم تكن رسمت رسما غليظا لكن مع ذلك تحصل الحيرة اذا نسى فيها بعض حدود مهمة او حصل الغلط فى كتابتها فان العامل حينئذ يجبر على الرجوع الى المحال المرسومة اذا كان اسعده غير بعيد عنها كما يلزمه جبر الذى لايرى عادة الا اذا ضم الى ما فى الورق

وبواسطة البلنشيطة يمكن ان يعمل على الارض المراد رسمها مسودة مضبوطة للاشياء الموجودة فيها بدون ان يترك فيها شئ ما او يهمل فيها تفصيل ما مالم يكن ذلك قصدا فترى على الورق بالاختصار على ماهى عليه على الارض بدون اختصار ويشاهد مارسم من الذى لم يرسم ويمكن العامل ان يحقق فى اثناء الشغل ضبط التفاصيل متى شاهد بعض محال اصلية من المحال الكائنة على الورق على مقتضى الحسابات والارصاد المصنوعة مع الاعتناء

(٨٥)

ثم انه اذا اريد اخذ تفاصيل اقليم بواسطة البلنشيطة تلزم امور الاول ان يكون على الورق الذى فوق البلنشيطة المحال الاصلية من الاقليم المراد اجراء العمل عليه الثانى ان يحافظ على اتجاه الابرة المغناطيسية الى الشمال فان عدمت لزم العامل نفسه ان يتجه هذا الاتجاه المذكور ويكون ذلك بكيفية ماسيذكر الثالث ان توضع البلنشيطة الوضع المطلوب

فلاجل وضع البلنشيطة الوضع المطلوب يوضع حرف البوصلة الموازى للشمالى الجنوبى على طول خط شمال الابرة مع الاعتناء بوضع سن البوصلة على جهة اتجاه سن الخط المرسوم على الورق فاذا حصل ذلك ولم يحصل للبوصلة اختلال عن محلها تدار البلنشيطة الى ان تثبت الابرة المغناطيسية على النقطة الشمالية بدون انحراف او الى ان تكون فى المستوى الرأسى المار بالخط الشمالى الجنوبى المرسوم داخل علبة البوصلة وبهذا يتم المقصود من وضع البلنشيطة الوضع المطلوب

ولاجل وضع النقط الاصلية ترسم على الورق نقط الاقليم المراد رسم تفاصيله فى محلاتها المنقولة منها مع الضبط

فاذا كان اتجاه الابرة المغناطيسية غير محفوظ وغير مرسوم على الورق المشتمل على وضع المحال الاصلية من الاقليم فلاجل تحصيل هذا الاتجاه يقف العامل على

استقامة نقطتين معلومتين موضوعتين على الورق الموضوع فوق البلانشيطة ويطبق هذه الاستقامة المذكورة على مقابلتها فوق البلانشيطة حتى يكونان كشئ واحد وحينئذ تثبت البلانشيطة بحيث لا تتغير وتوضع عليها البوصله ثم تدور هذه البوصلة اما الى جهة اليمين او الى جهة الشمال الى ان تقف الابرة حذاء النقطة الشمالية وفى هذه الحالة تثبت البوصلة ايضا بحيث لا تتحرك ويرسم على طول حرفها خط موازٍ للابرة فيكون هذا الخط خط اتجاه الابرة المغناطيسية

ويستعمل على الدوام هذا الاتجاه المميزة به الجهة الشمالية عن الجهة الجنوبية لاجل وضع البلانشيطة على الوضع المطلوب

(فى طريقة اخذ التفاصيل بواسطة البلانشيطة)

(٨٦)

نفرض انه بالابتداء من اروه كافى (شكل ٣٦) قد اريد رسم التفاصيل الموجودة بين هذا المحل وبين بواسى وانه استحضرت على البلانشيطة النقط الاصلية اللازمة لذلك كمحل الناقوس الكائن باروه و بواسى وكذلك الكائن بكالى و بريينة وغيرهما من المحال الكائنة بداخل الاقليم المراد رسمه او بجواره

فيقاس اولا البعد بين محل الناقوس الكائن باروه والنقطة ب الذى روى ان يبتدء منه العمل ويؤخذ ذلك البعد على الورق بمقياس الخرطة الاختصارى كما فى (شكل ٣٧) وهذا البعد يعين النقطة بَ المقابلة للنقطة ب من الارض وفى النقطة ب من الارض توضع البلانشيطة على الوضع المطلوب وحينئذ تثبت بحيث لا تتحرك ثم يرسم خط على اتجاه النقطة ج بواسطة العضادة من النقطة بَ الكائنة على الورق ويؤمر بقياس البعد بين النقطة ب وبين النقطة ج فان وجد بين النقطتين المذكورتين ٣٢٠ ميترا يؤخذ مثل الكمية المذكورة

على المقياس الاختصاري للخرطة وينقل من النقطة بَ على الشعاع المنبعث الى النقطة ج فتوجد مقابلتها جَ على الورق ويرسم بين النقطتين بَ و جَ جميع ما يوجد على الارض بين النقطتين المذكورتين

ثم تنقل البلانشيطة الى النقطة ج وتوضع فيها الوضع المطلوب وتثبت فيها ومن مقابلتها جَ يرسم على الورق خط ينبعث على الطريق ج د ويقاس طوله فان كان ٢٤٠ ميترا مثلا تؤخذ الكمية المذكورة على مقياس الخرطة الاختصارى وتوضع من نقطة جَ على الخط المذكور فيحدث على البلانشيطة النقطة دَ التى تقابل د ثم يرسم بين النقطتين جَ و دَ كل ماشوهد على الارض على طول طريق ج د

فاذا وصل الى النقطة د ترتب البلانشيطة فيها على الوجه المطلوب ويرسم من مقابلتها دَ اولا شعاع يتجه باتجاه الطريق دو وثانيا شعاع على استقامة الطريق دج وثالثا شعاع على اتجاه الطريق ده فان وجدان المسافة من د الى و ٥١٠ امتار والتى من د الى ج ٥٩٠ ميترا والتى من د الى ه ٤٢٠ ميترا تنقل الكميات المذكورة من نقطة دَ على نظائرها على الورق فتحدث على الورق النقط وَ و جَ و هَ التى تقابل النقط و و ج و ه على الارض فحينئذ يرسم بين دَ و وَ وبين دَ و جَ وبين دَ و هَ مايشاهد على الارض بين هذه النقط

ولنفرض انا شاهدنا من نقطة هَ التى وصلنا اليها ناقوس كالى وناقوس بريبنه وناقوس اروه وناقوس بواسى الخ فالمناسب ان تستعمل هذه النواقيس ليتحقق هل التفصيل المأخوذ الى هذه النقطة مضبوط اولا

(كيفية تحقيق التفصيل الذى اخذ بالبلانشيطة على الارض)

(٨٧)

من حيث ان البلانشيطة موضوعة الوضع المطلوب يجب تحرير العضادة على كل من النواقيس او غيرها من النقط المعينة الاوضاع بالحساب والتى يلزم ان

توجد على الورق الساتر للبلنشيطة ففى الحالة التى يوجد فيها على كل اتجاه
محرر من النقطة هـ على هذه النقط المعينة ما يقابله من الاشياء على الورق
يكون التفصيل الحاصل الى النقطة هـ التى يعمل فيها التحقيق مضبوطا وفيما
عدى هذه الحالة يلزم تصليح العمل بما سنذكره فنقول

(كيفية تصليح ما رسم على البلنشيطة من التفاصيل على الارض فيما اذا ادرك خللها)

(٨٨)

اذا تصورنا ان الاشعة البصرية المنبعثة من النقطة هـ الى اشياء الاقليم غير
مارة بالنقطة التى تقابلها على الورق يدرك الخلل فى النقطة هـ فى رسم
التفاصيل ولاجل جبر ذلك توضع العضادة على استقامة الناقوس الكائن
فى بريبته على الارض وعلى استقامة الناقوس الكائن فى جهة النقطة هـ
وآخر على البلنشيطة ثم يرسم خط على طول العضادة فى جهة هـ مشتملا
بالضرورة على هذه النقطة وآخر مثله فى الجهة المذكورة على اتجاه ناقوس اروه
على الارض وعلى اتجاه ناقوسها على البلنشيطة فانه يشتمل ايضا على النقطة هـ
ويرسم كذلك على الورق خط على اتجاه بواسى او كالى وعلى النقطة
المناظرة لهذا الشئ على البلنشيطة فان هذا الخط يشتمل ايضا بالضرورة على
النقطة هـ فعلى هذا يحدث ما يبين بالضبط المكان هـ الذى فيه تتقاطع
هذه الاشعة المختلفة وبهذا تنصلح التفاصيل
وحيث ان النقطة هـ التى على الارض موضوعة بالضبط على نقطة هـ
التى على الورق يدام الشغل فى التفصيل كما اوضحناه وحيث زال الاشكال
فلا حاجة للزيادة على ما ذكرناه
ولاجل ان لا يفوتنا شئ رأينا من اللائق ان نذكر كيفية ادراك تغيرات الابرة
المغناطيسية فنقول

(فى كيفية ادراك عدم اتجاه الابرة المغناطيسية الى جهة الشمال وكيفية السلوك فى مثل هذه الحالة)

(٨٩)

بعد وضع البلنشيطة على الوضع المطلوب بواسطة الابرة المغناطيسية وارسال اشعة من المحل الواقف فيه العامل الى كل محل من المحال الاصلية الكاينة على الورق فان مرت الاشعة المذكورة كلها مع الاشياء المنبعثة عليها فوق الارض ومرت بمقابلاتها على البلنشيطة تحقق ان الابرة المغناطيسية لم يعترها تغير ما فى ذلك المحل فان كان الامر بخلاف ذلك ولو حصل الاعتناء الزائد فانه يظهر انه لابد وان يكون هنالك شئ نشأ منه الخلل فى الابرة فلم تتجه جهة الشمال الحقيقى فحينئذ تكون البلنشيطة ليست على الوضع المطلوب

وفى مثل هذه الحالة يلزم استعمال اشعة تعين فيما بعد اعنى انه لاجل جبر مضرة كون البلنشيطة لم توضع بالوضع المطلوب بواسطة الابرة المغناطيسية يلزم تتبع ما رسم من التفصيل لتطبيق الاشعة المرسومة على الورق على اشعة الارض التى هى نظيرتها ولا حاجة فى هذا العظيم كلفة سوى زيادة التأنى والاعتناء فى كل محطة وبذلك ينضبط الشغل ويستدام عليه

وفى الصور التى ادنى فرق فيها يعد خللا عظيما يلزم الاحتراس عند رسمها بان تنصب اشارات فى بعض نقط المحطة فان هذه الاشارات تستعمل لتحقيق الشغل فينظر هل الاشعة المنبعثة اليها تمر بالنقط المناظرة لها على البلنشيطة فيتحقق من ضبط الشغل

(٩٠)

ما شرحناه يدل على انه لا ضرورة لاستصحاب الابرة المغناطيسية دائما مع البلنشيطة لضبط الرسم حيث كان لا يمكن تحقق ضبط العمل الا ما دامت الاشعة البصرية المتناظرة ينطبق بعضها على بعض مع التدقيق التام وما دام بعض النقط من الورق منطبقا على استقامة امثاله على الارض

ولاجل تطبيق ما ذكر آنفا على مثال نفرض انه قد ارسل من النقطة هـ كما فى (شكل ٣٦) خط على منتصف طريق هـ ف مقداره يساوى كما تبين من

القياس ٥٠٠ ميتر بنقلها على خط هَ فَ كما فى (شكل ٣٧) تعينت نقطة ف التى تناظر نقطة فَ على الارض لكن قد شوهد بعد ترتيب البلنشيطة فى تلك النقطة ان الابرة المغناطيسية مائلة عن جهة الشمال الحقيقى لان نقطتى هـ و هَ ومحال نواقيس الاقليم والاشياء المرسومة ليست على استقامة النقط التى تناظرها ولنذكر طريقة السلوك فى مثل هذه الحالة فنقول

(فى كيفية اخذ الصور بالبلنشيطة بدون مساعدة ابرة مغناطيسية)

(٩١)

نفرض ان نقطة هَ وبالضرورة نقطة فَ موضوعتان بالضبط على الورق فترتب فَ على ف بحيث تكون النقطة فَ على النقطة ف نظيرتها الارضية ثم تثبت البلنشيطة ويرسل خط من النقطة فَ على طول طريق ف س فان ظهر ان مقدار ذلك الطريق ٤٠٠ ميتر نقلت تلك الكمية على ذلك الخط لايجاد النقطة سَ المناظرة لنقطة س الارضية

وكذلك يرسم خط من النقطة فَ على اتجاه النقطة ش فاذا كان بين ف و ش ٥٢٠ ميترا نقلت على الخط المذكور ولاجل معرفة النقطة المناظرة شَ فيرسم بين فَ و شَ ما يشاهد بين النقطتين المذكورتين على الارض

ثم تنقل البلنشيطة الى النقطة ش بحيث تكون النقطة المناظرة لها شَ على رأسها وتكون شَ فَ على استقامة ش ف مع الضبط وحينئذ تثبت البلنشيطة بحيث لا تتحرك ويرسل خط على استقامة ج فان كان البعد بين ش و ج يساوى ٣٢٠ ميتر تنقل هذه الكمية على الخط المذكور فتحدث فيه النقطة المناظرة جَ التى يلزم ان توجد فى عين المحل التى وجدت فيه عند العمل فى نقطة د

وبعد الوصول الى النقطة ج تثبت فيها البلنشيطة كما ذكر ثم تعمل ثلاثة

امور

امور الاول ان يوجه خط على النقطة د يجب ان يمر بنظيرتها دَ الموضوعة قبل ذلك على الورق الثانى ان يوجه خط آخر على طول الطريق ج ى الثالث ان يوجه خط ثالث على نصف الطريق ج ك ثم تقاس كل من هذه الاشعة ليعطى طولها النظائرها ثم يرسم بين شَ و جَ وبين جَ و دَ وبين جَ و ىَ وبين جَ و كَ مايشاهد بين النقط المذكورة على الارض

فهذه كيفية عمل مسودة تفاصيل الاقليم بالبلنشيطة مع الابرة المغناطيسية وبدونها ولا يحصل فى الرسم بهذه الكيفية ابدا غلط بدون ان يدرك وحيث حصل ذلك عند عمل المسودة لا يكون الا قصدا

(٩٢)

قد سبق انه يصح استعمال البلنشيطة لايجاد النقط المتوسطة بين الاشياء المعلومة الابعاد بالنسبة لبعضها بواسطة اعمال وحسابات مصنوعة مع الاعتناء وذكرنا ايضا بالاختصار كيفية ايجاد هذه النقط لانه يوجد من الاقاليم ما يتعسر بسبب وضعه تكثير الاشياء كما يراد فقلنا انه يوضع فيها اشارات على المحال المرتفعة بحيث ترى على الدوام بسبب علوها فتستعمل لاخذ صور التفاصيل بدون اضطرار الى قياس الابعاد بين نقط المحطة ففى البلاد التى تتأتى فيها هذه المزية تجب الاستعانة بذلك لان طريقة اخذ التفاصيل فى مثل هذه البلاد تخالف فى امور كثيرة الطريقة المستعملة فى الاراضى السهولية فانه اذا ما تعددت الاشياء يعسر كشف عدة منها مرة واحدة لان العامل فيها محجوب النظر فى كل جهة منها عادة

(٩٣)

اذا اخذت صورة تفاصيل اقليم مع الضبط الكلى واستعملت فى ذلك البلنشيطة وكانت النقط الاصلية معينة عليها بقواعد علم حساب المثلثات اقتصر على ذلك فلا يقاس بعد اصلا بل يلتفت الى النقط الاصلية بعمل تقاطعات خطوط تمر بتلك النقط على الارض وبنظائرها على البلنشيطة وفى هذه الحالة

يلزم التنبه الى ايثار محال الاعمال عن غيرها والمحافظة على الامكنة دائما على قدر الامكان واستعمال المحال المتباعدة عن بعضها لتصير قواعد مضبوطة ترتبط بها مفارق الطرق والقناطر والجسور وغير ذلك ولا يلزم استعمال غير محال الاعمال الا عند عدمها لان بعض هذه النقط المتوسطة ربما كان موضوعا على غير محله اذا غلط المشير العامل وربما يحصل هذا اذا تشابهت الاشياء او خلف مشير مشيرا آخر

ثم ان اصل الخرطة يعمل فى المنزل ومنها تؤخذ النقط اللازمة لاخذ تفاصيل البلاد على ورق يلصق على البلنشيطة ويعرض فى الخلا للرطوبة او الحرارة فيزيد او ينقص بحسب ثخنه ولزقه كثرة وقلة فبهذه الكيفية لا تبقى النقط المرسومة بحسب اصل الخرطة اذا اريد تطبيقها على شئ آخر فلابد من التنبه لذلك

ويلزم ان يكون الانسان متدربا كثيرا على ان يصور بالخطوة وبالنظر الاشياء المختلفة التى تتلاقى فى الاقليم قبل ان يشتغل بالبلنشيطة نعم البلنشيطة تعين بالضبط مفارق الطرق وزواياها واتجاهاتها والانهر والخلجان والقناطر والجسور والسدود والغابات والزرابى وغير ذلك لكن استعمالها الكثير ربما اضاع تحرير النظر ومنع من التعود على التصوير بدونها ومع انه لا ينبغى فى عمل تفاصيل اقليم مع الضبط الاحسن وضع البلنشيطة على الوجه الافيد وحسن وضعها على الوجه المطلوب ففى الحرب وغيره من احوال المجادة يكون مثل هذا الضبط التدقيق غير نافع فانه لا يوجد زمن كاف فيه بل المطلوب الاسراع بعمل مجموع البلاد ووضعها باختصار لاجل عدم التردد فى اجراء الحركات العسكرية فاللازم حينئذ رسم صورة اقليم توافق الحال ولا يطلب شئ فوق ذلك ولاجل عدم التحير فى مثل هذه الاحوال المختلفة التى يمكن حصولها ينبغى معرفة جميع الطرق والعمل بها مع الضبط عند الحاجة

(فى طريقة اخذ تفاصيل الاقليم بواسطة البلنشيطة بدون ان يقاس فيها شئ)

لاجل توضيح الطريقة المستعملة لاخذ تفاصيل اقليم كثير الجبال فنصور انه قد وضعت الاشارات ل و م و ن كما فى (شكل ٣٦) على الجبال المرتفعة من الاقليم وانه ارسلت اشعة مختلفة من النواقيس الموجودة فيه كناقوس بريينه و اروه و بواسى و كالى وغير ذلك من النقط الموضوعة على الورق بمقتضى الحسابات الى كل اشارة من الاشارات المتقدمة فتبين هذه الاشعة وضع هذه النقط المختلفة على الورق كما فى (شكل ٣٧) فان احداها يكون فى النقطة لَ وثانيها فى مَ وثالثها فى نَ كما هى على الارض بنسبة بعضها لبعض بل وبالنسبة لغيرها من الامكنة

ثم نفرض ان المراد اخذ تفاصيل الاشياء الموجودة بين بواسى و اروه بمساعدة النواقيس الكائنة بالاقليم والاشارات ل و م و ن الموضوعة فيه فيكون من المعلوم ان البلانشيطة اذا وضعت على الوضع المطلوب فى اى محل كان تكون الابعاد بين الاشياء الموجودة فى الاقليم كلها موازية لنظائرها اى ان كلا منها موازلنظيره على الورق اعنى ان الابعاد بين بريينه و اروه وبين اروه و بواسى وبين بواسى و كالى او بين بواسى والاشارات ل و م و ن تكون موازية لنظائرها على البلانشيطة ويكون من الظاهر ايضا ان هذا التوازى يكون باقيا دائما مادامت البلانشيطة موضوعة على الوضع المطلوب على الارض وحيث كان ما ذكر محققا نشرع فى رسم التفصيل المطلوب فنضع اولا القنطرة ر على الورق ثم اذا كانت البلانشيطة موضوعة على الوضع المطلوب على هذه النقطة تضع العضادة على استقامة الناقوس الكائن فى بريينه وعلى استقامة النقطة الموضوع فيها الناقوس المذكور على الورق ويرسم على طول مسطرة العضادة خط من جهة القنطرة ر يشتمل بالضرورة على المحل التى يلزم ان توضع فيه القنطرة على الورق ثم توضع العضادة على استقامة الناقوس الكائن فى بواسى الذى على

الارض وعلى استقامة نظيره على البلنشيطة ويرسم على طول المسطرة خط يشتمل كذلك على محل القنطرة رَ فان وضعت العضادة على استقامة شئ آخر من الاقليم ورسم على استقامة نظيره على البلنشيطة خط على طول المسطرة اشتمل هذا الخط ايضا على محل القنطرة رَ فتكون قنطرة رَ هذه بالضرورة فى نقطة تقاطع هذه الخطوط الثلاث

واذا تؤمل فى هذه العملية ادنى تأمل يعلم ان قنطرة ر او رَ تصير رأسا مشتركا لمثلثين متشابهين وان اضلاع المثلث المصنوع على الورق متناسبة بالضرورة مع الاضلاع المتناظرة من المثلث الكائن على الارض فمن محل رَ لهذه القنطرة يبعث شعاع بحسب انحدار الماء من اعلى الى اسفل من النهر الكائنة عليه القنطرة ويرسم خط على اتجاه نقطة س وحينئذ تصور على الورق الاشياء التى يدل عليها هذان الخطان فاذا وجد فى هذين الاتجاهين ما يكون تصويره مهما فى محاله الحقيقية عين ذلك بشعاع يرسل من المحاط التالية لكل من هذه الاشياء وبذلك يتوصل الى تصوير كل شئ فى محله بتقاطع هذين الشعاعين

ثم يذهب الى النقطة ف ويوضع على البلنشيطة ويوضع العضادة على استقامة ناقوس بواسى الذى على الارض وعلى استقامة نظيره الذى على الورق يرسم فى جهة النقطة المذكورة خط على الاتجاه المذكور وبعد ذلك يستعان بشئ او عدة اشياء من اشياء الاقليم كنقطة م و اروه او نقطة ن مع نظائرها على تحصيل خطين اقل ما هنالك يتقاطع معهما مع الاول يعينان بنقطة التقاطع محل نقطة فَ على الورق

ومن هذه النقطة فَ الموضوعة على البلنشيطة يبعث اولا شعاع الى نقطة س التى هى مدخل قرية بواسى وهذه النقطة تكون منتهية فى س التى انقطع فيها الخط الآتى اليها من القنطرة رَ ثانيا ان يرسل شعاع على النقطة ش وثالثا ان يرسم شعاع على اتجاه النقطة هـ فاما الشعاع الاول فيبين وضع الطريق ف س واما الثانى فيبين وضع الطريق

ف ش واما الثالث فيبين وضع الطريق ف هـ وهذه الطرق يمكن رسمها على الورق مع جميع ما يجاورها

ثم ينتقل الى النقطة ج لتوضع على البلنشيطة ويوضع عليها بالطريقة المتقدمة مقابلتها جَ ومنها يرسل اولا شعاع على النقطة ش لكى توضع مقابلتها شَ فى المحل الذى انقطع فيه الشعاع المتجه من النقطة ف وثانيا يرسل شعاع على وسط الطريق ج د وثالثا يرسل شعاع الى الطريق ج ى ورابعا يرسل شعاع آخر على اتجاه ج كَ وبعد تحصيل اوضاع هذه الطرق على البلنشيطة تصور كلها او بعضها مصحوبة بالتفاصيل

فاذا عملت عملية مشابهة للاولى فى نقطة د لتحصل وضعها على الورق وكذلك وضع الطرق الثلاث د هـ و د و و د كَ تعمل عملية اخرى فى النقطة و فتوضع على البلنشيطة وتوضع ايضا عليها النقطة ب ويتحصل ايضا تعيين وضع ازقة اروه المضبوط وبالجملة فاذا صور كل ما يشاهد من ذلك على الارض بالتدريج يحدث رسم التفاصيل المطلوب رسمها بين بواسى و اروه

واعلم ان لهذه الطريقة القديمة مزية اعطاء تفصيل مضبوط مع قلة الزمن بخلاف ما عداها من الطرق ولذلك الح فى التوصية على استعمالها فى الجبال العظيمة المهندس الجغرافى المعلم مونتانيل اذا لزم اخذ خرطتها مع السرعة التامة

(ملحوظات)

(٩٥)

ربما يوجد فى بعض الاقاليم كاقليم وسجه و البه و البريئيس وغير ذلك موانع فى بعض الاقطار قد تكون خفية وقد تكون ظاهرة فتمنع من تصوير تفاصيلها مع الضبط بواسطة الابرة المغناطيسية او البوصلة على البلنشيطة فانه يتعسر فى مثل هذه الاقاليم كثيرة معادن الحديد ان يحصل النجاح ما لم يكن للعامل المعارف الهندسية اللازمة لرفع هذه الاشكالات الحاصلة ولنذكر

الطريقة التي تستعمل في مثل هذه الاحوال فنقول
نفرض ان من هذه الاقطار ما هو مشتمل على موانع حديدية اعني معادن حديد ظاهرة او خفية بحيث لا يمكن ان تتجه الابرة المغناطيسية اتجاهها الحقيقي بل قد يتفق اذا كان العامل فوق هذه المعادن انها تجذب الابرة المغناطيسية حتى تنقطع منها الحركة بالكلية ويركز طرفها الى قعر العلبة المشتملة عليها وقد شوهد ذلك في محال كثيرة من اقليم الاندلس من حدود مملكة اسبانيا
ونفرض ايضا ان المحال الاصلية والاشياء المختلفة من مثل هذه الاقطار قد عينت بالضبط ووضعت كما ذكر على الورق المعدلان يكون اصلا لخرطة الشغل الذي هو تفاصيل الامكنة كما هو مفروض فلاجل النجاح يقف العامل على احدى النقط الاصلية المعينة بالاعمال الاصلية ومن هذا المحل الذي ينتخب مع التأمل بحيث يكون اشد راحة واسهل من غيره توجه العضادة على استقامة نقطة اخرى من النقط الاصلية وحينئذ تثبت البلنشيطة ويرسل شعاع على كل شيء من التفاصيل الظاهرة من المحل المذكور كخشبة منتصبة او سهم او شجرة ظاهرة او غير ذلك وعلى طول الاشعة المختلفة بعد رسمها على الورق يكتب اسم الشيء المتوجه كل شعاع اليه ثم ينتقل الى نقطة اخرى من النقط الاصلية فيشاهد منها بعض هذه الاشياء من التفاصيل او اغلبها او يسند مسطرة العضادة على استقامة هذه النقطة من المحطة مع نقطة اخرى اصلية توجه اشعة من حوالي العامل على جميع اشياء التفصيل او على اغلب ما شوهد من المحطة الاولى مع ما يشاهد في هذا المحل ويكتب على طول كل من هذه الاشعة اسم الشيء الموجه كل واحد منها عليه فان تقاطع هذه الخطوط المرسلة من هاتين المحطتين على الاشياء المذكورة تعين وضع كل واحد بالنسبة للنقط الاصلية وهكذا يفعل في بعض النقط الاخرى من اصل الخرطة فيتعين بهذه الطريقة محل كل من اشياء التفصيل المذكورة

(تنبيه)

قد يتفق بتقاطع الخطوط المبتدأة من نقطتين اصليتين ان يتعين وضع شجرة ظاهرة او خشبة منصوبة او سهم او مرتفع او صخرة او غير ذلك مما لا يمكن رؤيته من اى مركز من مراكز النقط الاصلية وبالانتقال الى هذا المحل لا يمكن الا رؤية واحد من المحال التى ساعدت على معرفة وضعه لكون غيره مستورا بشئ ما مع ان اللازم ترتيب تفاصيل هذه الامكنة مع الضبط فتوضع البلنشيطة فى المحل المذكور وتوضع العضادة مع الضبط الكافى على الخط الذى اتى من النقطة المرئية فعين موضعها ثم تثبت البلنشيطة ويرسل العامل من حواليه خطوطا على جميع الاشياء الاصلية المرئية من ذلك المحل وتكتب اسماؤها على طول كل خط يرسل اليها كما ذكر

ويرتب كذلك وضع جميع انواع اشياء التفصيل بوضع مسطرة العضادة مع غاية الضبط والتدقيق دائما على طول الخط الذى بين وضع الشئ المطلوب وبهذه الطريقة يتوصل العامل الى وضع اشياء التفصيل فى محالها المخصوصة بكل واحد منها وبعد ذلك ينتقل الى حدود النقط المأخوذة ويفتش فيها مع الاعتناء على كل ما يتصل بها وما يمر منها وما يوصل اليها وما يحيط بها عن قرب او عن بعد كروضة او غدير او بركة او بحيرة او غابة او غير ذلك وتصور جميع هذه الاشياء بحسب ما هى عليه على الورق وبهذه الطريقة يتوصل لتصوير وضع مثل هذه الاقاليم وعمل تفاصيلها بالضبط والتحقيق مع ما يوجد فيها من الموانع وما ذكرناه سهل التفهم فلا ضرورة الى ذكر مثال لتفهيمه

(ملحوظات)

(اخرى ضرورية لتهذيب خرطة اقليم عن العيوب)

(٩٧)

يجب لذلك عدة ملحوظات الاولى انه ينبغى التنبه لتعيين جرى الانهار والسيول والانهر والغدران ويستعمل لذلك كما هو العادة سهم يدل سنه على جهة جريان المياه ويليق فى جهة جريان المياه ايضا ان تكتب اسماء الاشياء المختلفة المستحقة

للتنبيه عليها

الثاني ان تميز حدود الاقليم بخطوط متقطعة غليظة وان تميز ايضا تقاسيمه بخطوط متقطعة ارفع من الاولى وان تميز تقاسيم التقاسيم بخطوط متقطعة ارفع من الاخيرة وتكتب اسماء ذلك كله بحروف غليظة او صغيرة بالنسبة الى الاتساع وعدمه

الثالث ان يكون اسم كل شيء من الاقليم مكتوبا بجواره بحيث لا يشتبه شيء باخر فالمناسب ان تميز اسماء المدن العظيمة عن غيرها بانواع مختلفة من الكتابة كغلظ الحروف وعدمه وتكتب اسماء القرى والضياع بحروف اصغر من الاولى وبحروف اصغر من هذه اسماء الكفور والوسايا والبيوت المنفردة والطواحين والقناطر والجسور بحيث يدل هذا التدريج على ان الاشياء مختلفة فى الاعتبار كبرا وصغرا

الرابع اذا كانت الخرطة خرطة مديرية على حد من الحدود فالمناسب ان يكون الحد فى اعلى هذه الخرطة وان يكتب اسمه فى هذه الجهة وذلك بان يذهب على الاستقامة بخط مرسوم من احدى طرفى هذا الحد الى طرفه الآخر اما اذا كانت الخرطة المذكورة لا على حد من الحدود فاللازم ان يختار اولا شمال هذه الخرطة للكتابة

الخامس اذا اخذت خرطة عسكرية يلزم ان يعتنى فيها بكتابة اسماء الطرق السلطانية التى تعبر الاقليم وغيرها من الطرق المسدودة لان هذه الطرق الاخيرة لو تركت فى خرطة معدة للارشاد فى عمل حركات حربية لاتبعت الجيوش طريقا يلزمها ان ترجع عنه فيما بعد ما لم يكن معها مرشد حاذق امين فيلزمها ان ترجع حالا وهذا يسبب لها المشقة بدون فائدة ويضيع منها الزمن المفيد لاسيما اذا كانت ملزمة بالوصول الى محل معلوم فى وقت معلوم وربما جر ذلك الى عدم النجاح فى مشروع يكون فى النجاح فيه سلامة مملكة او دولة او مهم عظيم للجيوش

فلا بد من المحافظة على العمل بهذه الامور الخمس لان الخرطة المفصلة لغرض جهادى تكون بدونها ناقصة ولو بلغت فى جودة الرسم اعلى درجة

(فى طريقة انشاء خرطة وتفصيلها بواسطة الاستدلال)

(٩٨)

لا يوجد

لا يوجد دائما خرط من الخرط اللازمة للحرب اما لانها لم ترسم واما لكون مصاريفها اعطيت من طرف دولة لم تأذن باعطائها لاحد لكى تختص وحدها بمعرفة دائرة بلادها داخلها وخارجها

وليست الخرط المطبوعة فى العادة مفصلة تفصيلا يكفى فى جميع الاغراض اللازمة لانه قد تعرض احوال تستلزم معرفة وضع اقليم لاجل ان تجرى فيه اسفار او حركات عسكرية تنجح بها اصعب المشروعات وتعطل اجود الاغراض فعند عدم الخرطة اللازمة تستعمل طريقة تفيد صورة لايقة بحال الاقليم نعم هى قليلة الضبط لكن لاتنكر مزاياها فى مثل هذه الاحوال السالفة

وهى ان تجمع عدة اشخاص من الاقليم يكونون مشهورين بمعرفته كل المعرفة ويكونون من اهل الحذق والادراك التام بحيث يجيبون عن كل ما يقتضى الحال سؤالهم عنه فيسألون كل واحد على انفراده على ابعاد عظيمة ليوقف على الحقيقة ولتكن هذه الاسئلة عن امور

الاول عن الابعاد المقدرة بالساعات بين الطرق والمدن والقرى والضياع والكفور وغير ذلك وبمجرد ان يستخبر عن ذلك ينبغى عمل مثلثات يعطى لاضلاعها مقدار ساعات الطرق المبينة المأخوذة على المقياس الاختصارى الذى يستحسن اختياره وحينئذ يكون اصل الخرطة وتحدث اوضاع المحال المشهورة من الاقليم المراد معرفته

والثانى عن الطرق السلطانية وجميع الموصلات الذى توصل من محل الى آخر سوآء كانت كبيرة او صغيرة منبها عن كونها مبلطة او حديدية او غير ذلك وهل هى جيدة او رديئة وهل يمكن ان يمر بها مهمات حربية عظيمة اولا وهل يمكن ان يسير بها خيالة وقرابة معا او القرابة فقط فترسم هذه الطرق على الورق على حسب ما يظهر للانسان من صورتها وتصحب بتنبيه فى شأن طبيعتها

والثالث عن المرور بالانهر والغدران والخلجان التى تروى الاقليم وبمجرد ان يستخبر عن هذه الاشياء كلها ترسم على الورق بالبعد عن الاشياء المجاورة لها يمينا وشمالا وغيرها من الامارات التى على شواطئها من جهة اليمين او من جهة

الشمال ويلزم الاعتناء ايضا بتبيين جريان هذه المياه وتكتب تشابيه ايضا على طبيعة اراضى المجارى التى تجرى فيها المياه

والرابع عن وضع القناطر وجنسها وعرضها وجودتها وعن محال المخاضات فى الغدران وعلى موجب الاجوبة توضح هذه الانواع من الطرق على حسب ماتذكر ولابد من الاعتناء بوضعها الخاص بالنسبة للمحال القريبة منها فان لذلك اهمية عظيمة

والخامس ان يستخبر بعد رسم اصل هذه الخرطة عن الطبيعة العامة للاقليم لكى تصور فيها جباله والتلال والاودية وغير ذلك بطريقة مطابقة للواقع وكذلك الغابات والمروج والبرك والبحيرات بحسب اتساعها ووضعها

والسادس ان يستعلم استعلاما مخصوصا عن الاقليم بتمامه بان يسأل عن المعابد واسمائها وعن مدارس الوعظ والوسايا والخمارات والطواحين والاشجار العظيمة الظاهرة وغير ذلك مما هو على اطراف الطرق وبجوارها فان الخرطة المصنوعة بهذه الكيفية تكفى فى قيادة الجيوش وادارتهم فى الحركات وتغنى عن خرطة مضبوطة مفصلة عند عدمها

(فى استعمال الخرط المطبوعة لعمل اخرى تفصيلية)

(٩٩)

اذا لم يوجد اصل خرطة اقليم مرسومة مفصلة كما ينبغى تستعمل خرطته المطبوعة المشهودبا علويتها لاجل عمل اصل اخرى على مقياس اختصارى اظهر من مقياس الاولى فيذكر فيها التفصيل وطريقة ذلك ان ترسم عادة مربعات على الخرطة المطبوعة تكون مقاديرها اختيارية ثم يرسم بقدرها على الورق من جميع الجهات بملاحظة ان تكون النسبة بين ضلع المربعات العظيمة وضلع المربعات الصغيرة كنسبة عدد ما من اقيسة المقياس الاختصارى من الخرطة المراد عملها الى مثله من اقيسة المقياس الاختصارى للخرطة المطبوعة اعنى ان تكون النسبة واحدة بين تلك الخطوط فاذا تم ذلك

يوضع فى كل مربع من المربعات الكبيرة جميع ما يوجد فى كل واحد من مربعات الخرطة المطبوعة التى تناظرها وبعد ان توضع الاشياء فى محالها بهذه الطريقة ويعمل فيها التوآء الانهر تحدث اصل الخرطة ولا يبقى الا توضيح التفاصيل فيها بالطريقة التى سلفت

ولاجل تحصيل تفصيل اصح واضبط مما يعمل من اقليم بحسب اخبار اهله القاطنين فيه او الذين يتجرون فيه ينبغى لقايد الجيوش ان يأمر معاونيه اوغيرهم من ضباط العساكر اهل المعارف الماهرين ان يصوروا على ذات الارض كل ما رأوه من الامور الاصلية النافعة المستحقة للذكر فيمتحنون وضع جميع الاشياء وعظمها وجنسها مما يلزم معرفته معرفة تامة فانهم يتوصلون بذلك الى عمل خرطة على حسب حاجتهم ومن حيث انه لم ينفلت منهم شئ يكون فى امكانهم ان يصلحوا اصل الخرطة الذى انشئ واذا اتفق ان شيئا وضع على شمال نهر او طريق او نحو ذلك وكان فى الحقيقة على يمينها على الارض او كان خارجا عن محله الحقيقى باى طريقة كانت او وضع عليه اسم شئ آخر فوق الخرطة فانهم لابد وان يعرفوه ذلك وبالجملة فملحوظاتهم تحيط بكل ما يتعلق بطبيعة الاقليم العامة والخاصة وبهذه الطريقة تحصل خرطة لا تحصل بطريقة اخرى

(فى طريقة عمل خرطة بالاستكشافات العسكرية او اللحظات البصرية)

(١٠٠)

اذا احتيج فى الحرب لان يعرف بالسرعة والاختصار وضع اقليم تسير فيه جيوش او تعسكر استدعى ذلك السرعة التامة فلا يمكن اجراؤه بطريقة مضبوطة لا فى اصل الخرطة ولا فى تفصيلها ولا تجدى الآلة حينئذ ولا الجنزير فى تعيين مواضع المحال المخصوصة بها ومعرفة الابعاد بينها فاللازم فى مثل هذه الصورة ان يجرى العمل بحسب خطاوى مضبوطة لانسان او فرس وبلحظة النظر اما لحظة النظر فتكون لبيان الزاوية الكائنة بين الاجزاء الاصلية من طريق عظيم او من جسر او نهر او غير ذلك بالتقريب وعلى حسب

تقدم الانسان واما الخطاوى فتكون لتعيين مقادير الطرق المنتهية عند المفارق او القناطر او المخاضات او غير ذلك مما تمر به طريق الجيوش فيقدر بها البعد بين اشياء واخرى قريبة منها اذا لم توجد طرق اخرى اضبط من تلك الطريقة لتعيين ذلك كالاستعانة مثلا بخرطة مطبوعة مضبوطة تنشأ على مقياس اكبر من الذى رسمنا به المطبوعة وذلك بان يجعل فيه عشر الميتر الغا ميتر او ثلاثة آلاف

واذا وجد زمن كاف صح الصعود على عمارة مرتفعة صحبة مشير من اهل الخبرة ومن هذه العمارة ترسم خطوط خفية على اتجاه كل واحد من الاشياء الاصلية المطلوب رؤيتها وعلى كل من هذه الخطوط تعمل الزوايا الكائنة بينها على كيفية مسودة وتوضع الابعاد مقدرة بالالف ميتر او اجزائها على حسب ما يذكره المشير ومتى تمت معرفة المحال الاصلية من الاقليم كل منها فى محله بهذه الطريقة يشرع فى التفصيل لكن لاجل تمام المقصود فى عمل كشف عسكرى جيد يلزم امران احدهما ان يعين الكشاف بنظره امامه بالتحقيق او بالتقريب شيئا ما كبرج او محل ناقوس او طاحونة هوائية او غير ذلك وان ينظر كلما تقدم امامه هل هذا الشئ على اتجاه واحد او انحرف الى الشمال او اليمين لكون الطريق فيه اعوجاج الثانى ان يعين اشياء اخرى موضوعة على اليمين او على الشمال من المحل الذى ابتدأ منه السير وان تنظر كلما تغير الاتجاه ما هى الزاوية الكائنة بين هذا الاتجاه والاشياء المذكورة او بينها وبين الاشياء التى يراها كلما تقدم فهكذا يعمل الكشف فى اقليم بطريقة جهادية ثم تعين الانهر والغدران والخلجان والقناطر والمخاضات ومجرى السيول والبحيرات والجبال والغابات والطواحين وغير ذلك ويكتب على الورق كل منها فى محله وبالجملة فيذكر كل ما يرى على طول طريق او على جهتيه وترسم جميع هذه الاشياء على حسب اتساعها وصورتها التقريبية وهذا ما يسمى العمل باليد وهو اللازم للحرب فى بعض الاحوال ويضاف له تنابيه مفيدة فى بيان طبيعة بعض الاشياء كالطرق ومجارى الانهر وشواطئها او عمق مجارى السيول وعرضها او جنس الغابات وغير ذلك

وسنتكلم فى الجزء الثالث كلاما طويلا على تفاصيل متسعة فى شأن طرق انشاء الخرطات العسكرية

(الباب السابع)

(فى بيان البوصلة واستعمالها فى رسم خرطة)

(١٠١)

خاصية الابرة المغناطيسية معلومة وذلك انها تدور ناحية الشمال مع انحراف اكثر او اقل اعتبارا يتغير بحسب الازمنة والامكنة وبوصلة المهندسين كما فى (شكل ٣٨) ليست الابرة من هذه الابر موضوعة على محور بواسطة خرزة مركبة فى الوسط الثخين منها ولاجل ان تكون البوصلة مضبوطة كما ينبغى يجب ان تكون الخرزة من عقيق ويكون المحور موضوعا فى مركز محيط دائرة مرسومة على قعر علبة مربعة ومجوفة تجويفا مستديرا فى جميع وسطها وهذا المحيط منقسم الى اربعة اجزاء متساوية بقطرين احدهما عمودى على الآخر وعلى اضلاع مربع العلبة ويلصق على احد اضلاع المربع جسم صغير على شكل منشورى قاعدته مستطيل صغير وهذا الجسم الصغير مرتبط ببرمة على مستوى احد الوجوه الجانبية من البوصلة الموضوعة دائما وضعا افقيا ثم انه يوجد فى كل وجه من اوجه العلبة كجهة هف ثقب صغير ومن تحته آخر اعظم منه فى وسطه لسان صغير من نحاس مدبب وكل ذلك مرتب فى طرفى الوجه بحيث انه يمر شعاع بصرى من احدى الثقبين الصغيرين يشاهد على الاستقامة طرفا اللسان الصغير المتقدم وبهذا يثبت وضع الاشعة المنبعثة بواسطة هذه الآلة الى الاشياء المختلفة ومن حيث انه يشاهد ان الخط المرئى هف والقطر اب متوازيان دائما تكون الزاوية الكائنة بين ابرة البوصلة ج ش وبين اب عين الزاوية الكائنة بينها وبين الشعاع البصرى المنبعث الى الاشياء التى ترصد بالعضادة هف

(١٠٢)

وتستعمل البوصلة فى بعض الاوقات لتعيين وضع كل واحد من المحال الاصلية من الاقليم فترصد الزوايا التى تصنعها الابرة المغناطيسية فى جميع انزواءآت الطرق ومحيطاتها على قدر الامكان ثم تقاس على التوالى بالذهاب من كل واحد منها الى الآخر وبهذه القياسات بعد نقلها وترتيبها على الورق يتعين البعد بين الشئ الاول والثانى وهكذا كل ما يوجد بين اشياء الاقليم على حسب الطرق الموصلة بينها

(١٠٣)

وهذه الطريقة التى يستفاد منها عمل اصل الخرطة وطول الطرق الموجودة فى الاقليم وصورتها فى غاية السهولة والجودة لولم يكن العامل معرضا للغلط فى تكرار القياسات ولولم يوجد صعود وانخفاض عند قياس طول الطرق ولولم يكن يحصل فى الابرة المغناطيسية فى بعض ساعات من النهار وفى بعض اوقات تغيرات لا يمكن تقديرها

فان جميع هذه المضار التى لا يمكن المنازعة فيها تمنع من الاعتماد على اصل الخرطة المصنوعة بهذه الطريقة فلا يصح بمقتضى ذلك استعمال البوصلة اذا اريد تعيين وضع كل واحد من اشياء الاقليم المختلفة مع الضبط اما استعمالها فى اخذ تفاصيل اقليم او تكميل تفصيل بين نقطتين معلومتين بواسطة علم حساب المثلثات ففيه مزية

(١٠٤)

ولاستعمال البوصلة فى اخذ تفاصيل خرطة اقليم طريقتان مبنيتان على الدرج المحصور بين ابرة البوصلة وبين استقامة ما اما احداهما فلا يعتبر فيه عدد الدرج وانما ينظر هل الزاوية التى تصنعها الابرة المغناطيسية على يمين الخط المكتوب عليه فى داخل العلبة الشمال الجنوبى او على شماله وينظر مقدار الزاوية المذكورة هذا اذا كان فوق ١٨٠ درجة واما الثانية فيبدء عدد الدرج المحصور بين صفر والنقطة الواقعة فيها الابرة من درجة صفر المبينة بالسهم الى ٣٦٠°

وهاتان الطريقتان المختلفتان فى قياس الزوايا المحصورة بين الابرة المغناطيسية وسمت البوصلة المتجه بواسطة عضادة البوصلة اكثر استعمالا من غيرهما وهنالك طريقة ثالثة مبنية على مشاهدة وجود الابرة المغناطيسية فى اى ربع من ارباع دائرة البوصلة

(طريقة رسم جريان نهر بواسطة البوصلة بزوايا لا تزيد عن ١٨٠ درجة)

(١٠٥)

اذا فرضنا ان المطلوب تصوير محيط نهر كما فى (شكل ٣٩) يقاس اولا على احد شاطئيه قواعد مختلفة أب و بك و ىو و كد و دهالخ ثم بواسطة البوصلة ترصد الزوايا ١أب و بَبكَ و كَكد الكائنة بين اتجاهات كل واحدة من القواعد المذكورة وبين الخط الشمالى الجنوبى للبوصلة المعين دائما باتجاه الابرة والذى يفيد المتوازيات ١١َ و ببَ و كَكَ و ددَ الخ ومن حيث ان الابرة المغناطيسية متجهة دائما الى نقطة واحدة من الافق فى المحل الواحد فتوازيها فى اى وضع كان هو الذى يسهل ويسرع استعمال البوصلة فى عمليات اخذ التفاصيل لانه لا حاجة حينئذ لتعيين شيئين لاجل تعيين الزوايا الكائنة بين الاستقامات المختلفة فان وجد على الشاطئ الآخر من النهر او فى وسطه نقطة ظاهرة مثل م ن وپ واريد تعيين عرض النهر فى محال مختلفة فانه يلزم ان يوجه على هذه النقط اشعة كشعاعى أم و بم وكشعاعى أن و بن وكشعاعى ب و كو الخ ثم تقاس الزوايا بين هذه الاستقامات المختلفة بواسطة اتجاه الابرة وان لم يوجد نقط ظاهرة فى المحال المراد قياس عرض النهر فيها ينصب فيها اشارات وفى اطراف قواعد مختلفة مخصوصة مثل أب و بك و كد تؤخذ الزوايا الكائنة بين القواعد المذكورة وبين الاشعة البصرية المنبعثة الى النقط المراد تصويرها على الخرطة

(طريقة اخذ تفاصيل الاقليم بواسطة البوصلة)

(١٠٦)

اذا كان المطلوب اخذ تفاصيل الاشياء الموجودة بين كالى و بريينه و اروه و بواسى بواسطة البوصلة في النقطة ا كما في (شكل ٣٦) المجعولة مبدء العمل توضع البوصلة ثم توجه عضادتها على الجهة اليمنى اب من الطريق الموصل الى بريينه فان وجد بين الابرة المغناطيسية واتجاه الطريق المذكور ٢٧° و ½ على شمال هذه الابرة فعلى المسودة التى يكون قد رسم عليها الطريق اب يرسم خط صغير يدل على الابرة المغناطيسية وعلى شمال الخط المذكور يكتب ٢٧° و ½ وهو مقدار الزاوية الكائنة بين الابرة والطريق

ومن النقطة ا بعينها توجه عضادة البوصلة على محل الناقوس الكائن فى بريينه المفروض مشاهدته من تلك النقطة فان وجد بين شمال الابرة المغناطيسية واتجاه الشعاع المنبعث الى بريينه ٤٢° يكتب المقدار المذكور بالكيفية السابقة اعنى يكتب على المسودة من جهة الشمال بين خط صغير وآخر يبين الشعاع المنبعث الى بريينه ويكتب عليه اسم المحل المذكور

وتوجه ايضا عضادة البوصلة على محل الناقوس الكائن فى كالى فان وجد بين شمال الابرة المغناطيسية والشعاع الموجه انفراج يساوى ١٤٠° كتبت بالكيفية المتقدمة على المسودة فيوضع اسم كالى على الخط الدال على الشعاع البصرى الموجه الى ذلك المحل وبعد تمام ذلك ينتقل الى النقطة ب من الطريق التى يوجد فيها انزواء فيقاس البعد اب فان وجدانه يساوى ٤٠٠ ميتر يكتب المقدار المذكور على طول الطريق اب الذى يكون قد رسم هو وكل ماوجد بين ا و ب على المسودة ثم توضع البوصلة فى النقطة ب بتوجيه عضادتها على حسب اتجاه الطريق بك فان وجد بين شمال الابرة المغناطيسية والطريق ١٦ درجة كتبت على المسودة بين الخط الدال على الابرة وبين الطريق بك ثم يقاس طول الطريق فان وجدانه يساوى ٥٦٠ ميترا كتبت على المسودة بين النقطة ب و ج وبالتنقل من محل

الى

الى آخر يرسم عليها كل ماوجد فى كل من جهتى الطريق ثم توضع البوصلة فى النقطة كـ وتوجه عضادتها على الانزواء د الموجود فيه قنطرة فان وقفت الابرة على ٤٩° و ½ كتبت على المسودة فى الجهة التى يرى فيها هذا العدد بين الخط المبين للابرة والطريق كـد

ومن حيث انه يتصل بالنقطة كـ طريق آخر كـف توضع عضادة البوصلة فى اتجاه هذا الطريق واذا وجدت على يمين شمال الابرة المغناطيسية زاوية تساوى ٧٢° و ½ تكتب على المسودة على يمين الخط الدال على الابرة ثم تترك النقطة كـ وينتقل الى النقطة د ويقاس البعد كـد الذى يفرض انه ٣٢٠ ميترا مثلا ويكتب على المسودة ويصور عليها الطريق المذكور وكذلك كل مايرى فى كل جهة من جهتيه

وعند الوصول الى النقطة د توضع البوصلة فيها وتوجه عضادتها على المنتصف هـ من مدخل بريينه واذا حدث من الطريق دهـ مع شمال الابرة المغناطيسية انفراج بقدر ٥٧° يكتب على المسودة بين هذا الطريق المصور وشمال الخط الدال على شمال الابرة المغناطيسية

ثم تثبت عضادة البوصلة على اتجاه الجزء الاعلى من الجدول المار تحت القنطرة د ثم على اتجاه جزئه الاسفل فان وجد على يمين شمال الابرة المغناطيسية ٤٢° فى الانحراف الاول وعلى يساره ٨٨° فى الانحراف الثانى كتبت هذه المقادير من الدرج كل منها فى جهته على المسودة ويصور عليها الجدول المذكور واذا انتهت هذه المحطة يقاس البعد بين قنطرة د وبين مدخل بريينه هـ ويفرضه مساويا ٦٠٠ ميتر يكتب على المسودة وتصور فيها ايضا القنطرة د والطريق دهـ وكما يرى تابعا له وبعد الوصول الى المدخل هـ من بريينه توضع فيه البوصلة وتوضع عضادتها على اتجاه الحارة النافذة فى المحل المذكور فاذا كانت الزاوية الواقعة بينه وبين الابرة على شمالها ٦٨° كتبت كما هى على المسودة ثم يرسم عليها شكل البلد ووضعها وعدة مساكنها بل والحيطان والزرابى الفارقة بين املاكها وبالجملة فتقاس

الحجارة ايضا ليوضع مقدار طولها على المسودة
ولنفرض انه لم يطلب الذهاب الى ابعد من برينه وانما المراد تتبع الطريق المنتهية بالنقطة ك في الطريق الذى رسمناه
فاذا تم العمل فى النقطة ك كما تقدم ورؤى ان الطريق ك ف يصنع على يمين شمال الابرة المغناطيسية انفراجا بقدر ٧٢° و ١/٢ فانه يكفى قياس البعد من النقطة ك الى النقطة ف فان وجد ٤٠٠ ميتر كتبت على المسودة على طول الطريق المذكور وصور فيها هو وكل ما يشاهد بين النقطتين وبالاستمرار بهذه الكيفية على عمل محاط فى انزواءآت طريق ك ى اذا فرضنا مثلا فى النقطة ف ان وضع الطريق ف ج يصنع مع يمين شمال الابرة المغناطيسية زاوية بقدر ٦٨° و ١/٢ وان طول الطريق ف ج ٧٠٠ ميتر وان الطريق ج ى يصنع فى النقطة ج مع يمين شمال الابرة المغناطيسية انفراج بقدر ٧١° وان الحافة ج ش من الغابة تصنع ايضا مع الجهة المذكورة انفراجا بقدر ١٦٣ درجة وان شعاعا منبعثا الى بواسى يصنع ايضا مع الجهة المذكورة زاوية بقدر ١١٩ درجة وان شعاعا آخر منبعثا الى محل الناقوس الكائن فى كالى يصنع مع يسار الابرة المغناطيسية انفراجا بقدر ١٤٩ درجة وان شعاعا فى اتجاه محل الناقوس الكائن فى برينه يصنع مع شمالها ايضا زاوية بقدر ٨٥° وان البعد بين النقطة ج والنقطة ى يساوى ٧٨٠ ميترا وان الطريق ى ك يصنع فى النقطة ى مع يمين الابرة المغناطيسية زاوية مقدارها ٨٧° و ١/٢ وان طرف الغابة الذى ينتهى فى نقطة ى المذكورة يصنع مع تلك الجهة انفراجا بقدر ١٢٥ درجة وانه وجد بين النقطة ى والنقطة ك ٨٩٠ ميترا فان هذه الزوايا والابعاد كلما عرفت تكتب فى المسودة على حسب تتبعها فى المحال التى تناظر المحال الارضية وكلما انتقل من بعضها الى الآخر تصور اجزاء الطرق المختلفة مع كل ما يشاهد فى كل من جهتيها

واذا اريد ايضا ان تعمل محاط على طول شواطئ النهر الموصل من بريينه الى كالى في النقط الاصلية من انزواء آته لكى يعرف ميل كل منها بالنسبة الى يمين الابرة المغناطيسية ويسارها وقيس البعد بين كل محطة واخرى عند الانتقال اليها فانه يحدث مسودة جريان النهر وتفاصيل الاشياء الموجودة بين المحال التى يمر عليها وفى الشكل صورة المسودة المذكورة .

ولا شك ان هذه الطريقة فى الرسم بواسطة البوصلة وعد عدد الدرج المنحصر بين العضادة وشمال الابرة وكتابته على المسودة فى غاية السهولة والاختصار الا انه يلزم التنبه الى ان لا تكتب زاوية فى جهة غير التى صنعت فيها فان فى ذلك عيبا هو تحميل المسودة بكثرة الخطوط لكن يزول هذا العيب بكتابة الدرج على طول الطريق او الشعاع البصرى بان يتنبه لكتابة حرف ى قبل عدد الدرج اذا كان من جهة اليمين وحرف ش اذا كان من جهة الشمال للابرة المغناطيسية ورسم الخطوط رفيعة جدا

(طريقة اخذ تفاصيل اقليم بفرض عدد من الدرج فوق ١٨٠)

(١٠٨)

لاجل توضيح هذه الطريقة فى العمل بالبوصلة نفرض ان المطلوب ابتداء تفاصيل اقليم من مخرج كالى فان كان العامل فى النقطة ا مثلا كما فى (شكل ٣٦) يضع فيها البوصلة وتحرر عضادتها على اتجاه الطريق ال فان وقفت الابرة المغناطيسية حينئذ بحذاء 291° و $\frac{1}{2}$ كتب العدد المذكور على طول طريق ال ويصور ذلك الطريق على المسودة فى وقت ان تهتدى الابرة المغناطيسية الى الشمال ثم يقاس البعد بين ا و ل بالانتقال الى النقطة ل فان وجد ٩٢٠ مترا تكتب على طول الطريق ال تحته او فوقه وعلى يمين الدرج الذى يعين وضعه او على يساره

وعند الوصول الى النقطة ل تحرر عضادة البوصلة على استقامة الطريق لم فاذا وقفت الابرة المغناطيسية على ٣٠٧ درجات كتب العدد المذكور على المسودة فى طول الطريق المذكور ثم توضع عضادة البوصلة على اتجاه الحافة

ل ش من الغابة وفي ثالث الحالة اذا وقفت الابرة على ٢ و $\frac{١}{٢}$ من الدرج يكتب ذلك على الخط الدال على حافة الغابة المذكورة ثم تحرر عضادة البوصلة على وسط الطريق ل ب فاذا سكنت الابرة على ٢٦٠ درجة كتبت في المسودة ايضا على طول هذا الطريق ومتى وجد بين النقطة ل والنقطة م ٨٦٠ ميترا كتبت في المسودة بحيث لا تختلط بعدد الدرج الذي هو ٣٠٧ وكذلك يكتب ٦٧٠ ميترا للبعد ل ب

وعند الوصول الى النقطة م توضع فيها البوصلة وتوجه عضادتها على حسب وضع الطريق م ن واذا وقفت الابرة المغناطيسية على ٢٩٩° تكتب في المسودة على طول الطريق المذكور م ن فاذا كان البعد م ن مساويا ٣٤٠ ميترا يكتب ايضا على طول الطريق المذكور

وعند الانتقال الى النقطة ن توضع عضادة البوصلة على حسب اتجاه حرف الغابة فان لم تتغير الابرة عند محاذات ٢٤° و $\frac{١}{٢}$ يكتب القدر المذكور على طول الخط الدال على حافة الغابة وتحرر العضادة على منتصف الطريق ن ك فاذا سكنت الابرة على ٣١٧ درجة كتب ذلك على طول الطريق المذكور في المسودة واذا وجد بين النقطة ن والنقطة ك ٧٦٠ من الامتار تكتب ايضا على المسودة بالطريقة السابقة وعند الوصول الى النقطة ك التي ينتهي اليها ايضا الطريق ك ى توضع فيها البوصلة وتحرر عضادتها اولا على حسب اتجاه الطريق ك ى وعلى فرض ان الابرة افادت بعد وقوفها ٢٧٢ درجة ونصف يكتب ذلك على المسودة في طول الطريق المذكور ثم تحرر العضادة على المجرى الاعلا من مجارى الجدول فان وقفت الابرة على ٢٦ درجة يكتب هذا الدرج على طول هذا الجزء من الجدول ثم تحرر العضادة ايضا على حسب وضع الطريق ك و واذا وقفت الابرة على ٣٠٢ درجة تكتب على طول هذا الطريق فوق المسودة وبعد ذلك توجه العضادة على مجرى الجدول الاسفل ك ر واذا وقفت الابرة على ٢٠٨ درجات ووجد بين النقطة ك ومدخل اروه و ٦٧٠ من الامتار يرسم

ذلك على المسودة فى المحال اللائقة بها

وعند الوصول الى اروه يؤخذ فيها انحراف الازقة كما سبق فتقاس مقاديرها ويرسم كل ما يشاهد من كل من الجهات وتكتب ايضا مقادير طولها وعدد درج انحرافاتها على المسودة فيما يليق بها من المحال

ولنفرض انا وجدنا انحراف الطريق ل ب يساوى ٢٦٠ درجة وان مقدار طوله يساوى ٦٧٠ مترا وذلك عند انتقالنا من ل الى بواسى فى اخذنا رسم هذا الطريق وعمل المحطة فى النقطة ل

ونفرض ايضا انه عند عمل المحطة فى النقطة ب قد استبان ان انحراف الطريق ب ق يساوى ٢٨٠° وان مقدار انحراف الشعاع المنبعث الى محل الناقوس الكائن فى اروه ٣١٩ درجة وان انحراف الشعاع المرسل الى محل الناقوس الكائن فى بواسى بقدر ٢٥٩ درجة وان انحراف الشعاع الذى حرر على حسب اتجاه محل الناقوس الكائن فى كالى بقدر ١٠٣ درجات وان الانحراف الموجود لشعاع مرسل الى محل الناقوس الكائن فى بريينه يساوى ٢٤٧ درجة وانه قد وجد ٧٠٠ ميتر بين النقطة ب والنقطة ق

ونفرض ايضا انه بالخط فى النقطة قَ التى يلزم ان يبين عندها على المسودة ابتداء الانحدار الذى يشاهد فيها عند رسم تفاصيل الاقليم قد وجد ان مقدار الطريق الموصل الى القنطرة ر ٢٥٨° وان البعد بين القنطرة قَ وبين القنطرة ر يساوى ٦٢٠ ميترا وانه ايضا بالخط فى القنطرة ر التى ينبغى ان يرسم عندها ايضا على المسودة القنطرة والانحدار المشاهدين خلفها عند رسم تفاصيل الاقليم قد وجد ان اتجاه الجزء الاعلا من الجدول يساوى ٣٥٦ درجة وان وضع مجراه الاسفل على ١٦٧ درجة وان انحراف الطريق ر س ٢٦٧° وانه وجد ان البعد بين القنطرة ر والمدخل س من قرية بواسى يساوى ٤٠٠ متر

ثم نفرض ايضا انه قد وجد بالخط فى النقطة س ان انحراف احد

ازقة قرية بواسى يساوى ١٥٨° و $\frac{1}{2}$ وان انحراف زقاق آخر من القرية المذكورة يساوى ٢٨٧° و $\frac{1}{2}$ وانه قد قيس طولهما

فان هذه الانحرافات والابعاد تكتب على المسودة على حسب التنقل فى الاعمال على ماهى عليه فى طول الطريق أو والطريق ل س

(طريقة اخرى فى رسم مجرى نهر بواسطة البوصلة)

(١٠٩)

اذا تتبعنا كلا من شاطئ النهر الجارى من كالى نحو بواسى بالطريقة السابقة لاجل معرفة انحراف كل ازوآء منهما واخذنا البعد بين كل نقطة من نقط المحطة واخرى مع الاعتناء الزائد وفرضنا ان هذه الاشياء كلها قد كتبت على المسودة فى الامكنة المناسبة لها على التوالى فانه يتحصل بذلك مجرى هذا الجزء من النهر الكائن بين كالى و بواسى

وهذه الطريقة فى الرسم بواسطة البوصلة التى بها يعد ويكتب الدرج المستفاد من وقوف الابرة وتبين الابعاد بالارقام لا تحمل المسودة شيأ عظيما فيسهل نقلها على الورق كما سيشاهد بعد نقل المسودة المرسوم عليها بالطريقة الاولى فى استعمال البوصلة

(تنبيه فى شأن الكتابة على المسودات)

(١١٠)

سوآء بحث عن انحرافات الطرق والانهر واطراف الغابات والاشعة البصرية الموجهة بالبوصلة على الاشياء المختلفة فى اى جهة هى من الابرة المغناطيسية اوحسب عدد الدرج الذى تقف عليه الابرة بطريقة اخرى فلا بد وان يحصل فى هذه الكميات وابعاد الاوضاع المتوالية عند كتابتها على المسودة اختلاط اومشقة ويداوى هذا الضرر بكتابة هذه الكميات فى دفتر بترتيب ما ويكتب عليه علامات اوحروف تدل على ما تنسب اليه هذه الانحرافات والابعاد من الاجزآء الكائنة فى المسودة

*(مثال

(مثال ذلك)

ان نفرض ان المراد تتبع الطريق الموصل من كالى الى بريينه فتوضع البوصلة فى النقطة أ كما فى (شكل ٣٦) ويكتب على الدفتر ٦٩ درجة وهى ماشوهد حذاء الابرة المغناطيسية لميل الطريق ال الكائن على يمين الابرة ويكتب عليه ايضا ٢٧° و ½ وهى ميل الطريق اب الكائن يسار الابرة و ٤٢ درجة وهى ميل الشعاع البصرى المتجه على محل الناقوس الكائن فى بريينه ويكتب ١٤٠ درجة لميل اتجاه محل الناقوس الكائن فى كالى الذى هو وما قبله على غربى الابرة ثم على حذاء ٦٩ درجة يكتب ٩٢٠ ميترا وعلى حذاء ٢٧ درجة و ½ يكتب ٤٠٠ ميترو هما قياس الجزئين ال و اب من الطريقين الموصل احدهما الى اروه والآخر الى بريينه

وهكذا يفعل فى النقط ب و ك و د و هـ ولا حاجة لوضع حروف تمييز عند كل نقطة محطة كما فعل هنا لوضوح ذلك وانما اللازم وضع ذلك فى المحل الذى يبتدء منه والمحل الذى ينتهى اليه من المحاط المتتالية مع نمرة عدد المحاط

(كيفية نقل مسودة تفصيل الاقليم المأخوذة بواسطة)
(البوصلة ووضعها على الورق)

(١١١)

يجب قبل كل شئ ان يرسم على الورق خط شمال الابرة المغناطيسية ولاجل عدم المشقة فى هذا الغرض نذكر هنا كيفية رصد ذلك على الارض ثم كيفية نقله على الورق فنقول

(طريقة رصد اتجاه الابرة المغناطيسية ورسمه على الورق)

(١١٢)

اذا كان العامل على الارض يضع عضادة البوصلة على استقامة شيئين معلومى الوضع كما تقدم ثم ينظر عدد الدرج الكائن بين الابرة المغناطيسية

وهذه الاستقامة

ويرسم على الورق مثل هذه الزاوية فى الجهة المناظرة لجهة الاستقامة على الارض فيحدث خط شمال الابرة المغناطيسية ويميز طرفه المقابل للشمال عن طرفه المقابل للجنوب

(كيفية نقل المسودات التى عرف فيها ميل الابرة المغناطيسية لاى جهة هو)

(١١٣)

يفرض ان (شكل ٣٦) صورة الاقليم المراد اخذ تفاصيله وانه المسودة التى عملت وان المطلوب نقله على الورق الذى كتب عليه كالى و بريينه و اروه و بوامى على حسب الابعاد المعلومة بينها كما تقدم ذلك فى الجزء الاول

ومتى رسم خط شمال الابرة على الورق كما فى (شكل ٣٧) يرسم خط موازله من نقطة محل الناقوس الكائن فى كالى وموازآخر له من نقطة محل الناقوس الكائن فى بريينة ثم يوضع مركز نصف دائرة النقل فى نقطة محل الناقوس الكائن فى كالى ويوضع قطره على خط شمال الابرة المار بذلك المحل ويرسم خط صغير رفيع حذاء هذا العدد ١٤٠ درجة المحسوب من جهة الشمال لانه مكتوب فى الجهة المذكورة على المسودة فى النقطة ا ليدل على قدر انحراف الشعاع المنبعث من هذه النقطة ا المذكورة الى محل الناقوس الكائن فى كالى ومن هذا الخط الصغير ومحل هذا الناقوس يجر خط خفيف يشتمل امتداده بالضرورة على النقطة أ المقابلة للنقطة ا على الارض

ثم يوضع قطر نصف دائرة النقل على الخط الشمالى للابرة المار بمحل الناقوس الكائن فى بريينه بشرط ان يكون مركزه على هذه النقطة ويرسم ايضا خط صغير رفيع حذاء هذا العدد ٤٢ درجة المحسوب من جهة الشمال كما هو مكتوب على المسودة فى النقطة ا ليدل على ميل الشعاع المنبعث من هناك الى محل ذلك الناقوس ثم من هذا الخط الصغير ومن نقطة بريينه يرسم خط خفيف فى جهة النقطة ا يشتمل كذلك على مقابلتها فيتلاقى فيها هذا الخط مع السابق

فيحدث

فيحدث على الورق النقطة أَ الدالة على النقطة أ التى على الارض
ومن النقطة أَ التى رسمت على الورق يرسم خط موازلاتجاه الابرة المغناطيسية
ويوضع قطر نصف دآئرة النقل على هذا الخط ومركزه على تلك النقطة أَ وحيث
كان يشاهد على المسودة ان الطريق أب يصنع مع يسار شمال الابرة زاوية
مقدارها ٢٧° و ½ يرسم خط صغير رفيع حذآء هذا العدد من الدرج
المأخوذ فى تلك الجهة فوق حافة نصف دآئرة النقل ثم من النقطة أَ ومن هذا
الخط الصغير يرسم خط يتجه الى ب ويجعل عليه عدد ٤٠٠ ميتر من
مقياس الخرطة الاختصارى كما هو مرسوم على المسودة فيحدث على الورق
النقطة بَ التى تقابل النقطة ب من الارض وحينئذ يصور بين النقطة
أَ والنقطة بَ الطريق أب وكلما يشاهد بتتبعه

وبعد ايجاد النقطة ب يمر من مقابلتها خط شمال الابرة ويوضع عليها مركز نصف
دآئرة النقل ويوضع قطره على ذلك الخط ومن حيث ان الطريق بك على
مقتضى ما فى المسودة يصنع مع يسار الابرة زاوية مقدارها ١٦ درجة بعد
القدر المذكور على الجهة المذكورة من نصف دآئرة النقل ومن الخط الصغير
المرسوم فى نهاية العدد المذكور ومن النقطة بَ يرسم خط فى جهة كَ يعطى له
من المقياس الاختصارى المقدار المشاهد على المسودة ٥٦٠ ميترا وبهذا
يحدث على الورق المرسوم عليه التفاصيل النقطة كَ المناظرة للنقطة كَ
من الارض بحيث يمكن ان يصور بين النقطة بَ و كَ الطريق بَ كَ
وكلما وجد على المسودة بالذهاب من ب الى كَ

ومن النقطة كَ يرسم خط موازلخط شمال الابرة يطبق عليه قطر نصف دآئرة
النقل وعلى النقطة المذكورة مركزه ويرسم خط صغير حذآء ٤٩° و ½ محسوبة
من جهة الشمال كما هو مكتوب على المسودة ومن النقطة كَ وهذا الخط يرسم
فى جهة د خط يؤخذ عليه ٣٢٠ ميترا فتحدث النقطة دَ ويمكن ان
يصور الطريق كَ د وكل ما يشاهد بين النقطة كَ والنقطة د
ثم من النقطة دَ كذلك يرسم خط موازلاتجاه الابرة المغناطيسية يطبق عليه

قطر نصف الدآئرة ومركزها على النقطة دَ المذكورة ويرسم خط صغير حذآء ٤٢ درجة محسوبة من جهة اليمين كما هو مبين على المسودة ومن النقطة دَ والخط الصغير المذكور يحدث وضع الجزء الاعلى من الجدول ثم يوضع خط صغير عند ٨٨ درجة محسوبة من جهة اليسار وعلى استقامة النقطة دَ الى ذلك الخط يحدث الجزء الاسفل من ذلك الجدول ويوضع خط آخر صغير حذآء ٥٧ درجة محسوبة من جهة اليسار ايضا ويرسم من النقطة د وهذا الخط خط بقدر ٦٦٠ ميترا فيحدث المدخل هَ من برينه وتصور فى النقطة د القنطرة المشاهدة على المسودة وكذلك يصور على الورق الجزء الاعلى والاسفل من الجدول مع الانحدارات التى يجرى هو بينهما ويصور الطريق د هـ وكل ما يشاهد على الارض بالذهاب من القنطرة د الى برينه

ثم من النقطة هَ التى قد عينت يرسم خط موازن الخط الجهة الشمالية للابرة يطبق عليه قطر نصف الدآئرة وعلى النقطة هَ المذكورة يوضع مركزها كما يشاهد على المسودة ويوضع خط صغير حذآء ٦٨ درجة من جهة اليسار فيحدث وضع طريق برينه ويجعل له من الامتار بقدر الامتار المقررة له فترسم جميع دورها وكل ما يشتمل عليه ذلك المحل على المسودة

ولاجل نقل الطريق كَ ف ج ى كَ يفعل مثل ماذكر غاية الامر انه يلزم التنبه لعدم الغلط عند قرآءة المسودة لاجل مزيد النجاح ولنفرض ان جميع ماذكرناه قد اجرى فحدث الطريق كَ فَ جَ ىَ كَ الذى يدل على نظيره على الارض

ولنشتغل الآن بكيفية تحقيق التفاصيل واصلاحها اذا وجد فيها خلل عند نقلها على الورق فنقول

(كيفية تحقيق التفاصيل واصلاحها)

(١١٤)

لا يمكن ان يجرى تحقيق تفصيل اقليم ينقل على الورق الا فى نقط المحاط التى

ارسلت منها اشعة على الاشياء المعلومة الوضع بحساب الابعاد وانما يعتمد على هذه الاشياء فى البحث عن حصول خلل فى رسم التفصيل او نقله وعلى هذا فلابد وان ينظر هل الاشغال مضبوطة اولا فى النقطة ج كما فى (شكل ٣٦) والنقطة جَ كما فى (شكل ٣٧) اللتين ترى منهما بواسى و كالى و بريينه

ولاجل الوصول لذلك الاصلاح يوضع مركز نصف الدائرة على النقطة جَ وقطره على طول خط شمال الابرة المغناطيسية ثم تفعل امور ثلاثة الاول ان يجر خط صغير رفيع حذاء ١١٩ درجة محسوبة من جهة اليمين فلابد وان يشتمل الخط الذى يمر من ذلك الخط الصغير ومن نقطة جَ على نقطة محل الناقوس الموجود فى بواسى الثانى ان يرسم خط صغير آخر حذاء عدد ١٤٩ درجة محسوبة من جهة اليسار فلابد وان يكون الخط الذى يمر به مبتداء من النقطة جَ مشتملا على محل الناقوس الكائن فى كالى الثالث ان يوضع خط صغير ثالث حذاء عدد ٨٥° محسوبة من جهة اليسار ايضا فيشتمل ايضا الخط المار به وبالنقطة جَ على محل الناقوس الموجود فى بريينه كما هو مكتوب على المسودة واذا كان الامر كذلك فالتفصيل مضبوط الى النقطة ج او النقطة جَ

ولنفرض ان الامر بعكس ماذكر اعنى ان الخطوط المتوجهة من النقطة جَ المارة بتلك الخطوط الصغيرة المرسومة لا تمر بمحال النواقيس التى هى متوجهة عليها وان وضعها منحرف عن تلك الاشعة البصرية ففى مثل هذه الحالة يلزم تصحيح التفصيل وكيفية ذلك ان يرسم اولا من كل واحد من تلك النواقيس خط موازٍ لخط شمال الابرة المغناطيسية ثم يوضع نصف الدائرة على نقطة محل الناقوس الكائن فى بواسى ومن تلك النقطة ومن خط صغير مرسوم حذاء عدد ١١٩ درجة معدودة من جهة اليمين يرسم خط فى جهة ج فيشتمل بالضرورة على النقطة المناظرة لها جَ

وبعد ذلك يرتب نصف الدائرة على نقطة محل الناقوس الكائن فى كالى ثم من تلك النقطة ومن خط صغير موضوع حذاء ١٤٩ درجة محسوبة من اليسار يجر خط صغير فى جهة ج فيشتمل ايضا على نظيرتها جَ

ثم يطبق نصف الدائرة على نقطة محل الناقوس الكائن فى بريينه ومن تلك النقطة ومن خط صغير موضوع حذاء ٨٥ درجة محسوبة من جهة اليسار يمد خط فى جهة ج فلا بد وان تكون عليه نظيرتها جَ وهذه النقطة تكون هى نقطة تلاقى هذه الخطوط الثلاثة كما هو واضح

وبعد وضع النقطة جَ بغاية الضبط على مسودة التفصيل يستمر على نقل الباقى بالطريقة المذكورة فتحدث مبيضة تامة منقولة من المسودة المعمولة على الارض بين ا و هـ وبين كَ و ك

وبهذه الطريقة تنقل المسودات التى يبحث فيها عن وضع الاستقامة على اى جهة هو من الابرة ولنا طريقة اخرى فى نقل مثل هذه المسودات نذكرها فنقول

طريقة اخرى فى نقل المسودات التى شوهد فيها الزوايا فى اى جهة من جهات الابرة المغناطيسية صنعت

(١١٥)

لاجل توضيح الطريقة التى نحن بصددها ينقل مثلا مجرى النهر الجارى من بريينه الى كالى على حسب المحاط والمسافات التى قيست على ما هى عليه على المسودة انظر (شكل ٣٦)

فيلزم اولا ان يوضع على مبيضة الرسم القنطرة تَ التى هى صورة القنطرة ت على الارض وذلك انه يشاهد فى قنطرة ت على المسودة ان انحراف الشعاع المنبعث الى محل الناقوس الكائن فى كالى ٤٤ درجة فى جهة اليمين وان ميل الشعاع البصرى المنبعث على محل ناقوس بريينه ٣٤ درجة فى جهة اليسار فلا مانع من ان توضع القنطرة تَ على المسودة كما سبق فى وضع اَ

وثانيا انه يلزم تمير الاعمال على حسب ترتيبها المتتابع فى العمل وكذلك الابعاد بينها على ذلك الترتيب ويكون ذلك بشرط ان لا تختلط النمر بعضها ببعض بل تدل النمرة على ماهى له لا تتعداه كما هو مشاهد على مسودة مجرى النهير المراد نقله على المبيضة

وثالثا ان يوضع نصف الدآئرة على النقطة تَ ثم يوضع خط صغير حذاء ٣٢ درجة محسوبة من جهة اليسار ويمر ذلك الخط بنمرة (٢) ويكون ذلك عند انفراج الزاوية ويوضع خط صغير آخر حذآء ٩٣ درجة محسوبة كذلك من جهة اليسار ويمر بنمرة (٣) كما حصل فى العملية الثانية ويوضع خط صغير حذآء ٢٣ درجة محسوبة من جهة اليمين ويمر بنمرة (٤) كما حصل فى المحطة الثالثة وكذلك يكتب خط صغير عند ٦٠ درجة مأخوذة من جهة اليسار ويمر بنمرة (٥) كما حصل فى العملية الرابعة وخط صغير عند ٣٦ درجة محسوبة من جهة اليسار ويمر بنمرة (٦) كما وقع فى العملية الخامسة وبالجملة فيستمر على هذه الكيفية الى ان يدخل فى هذه العملية الواحدة عدة عمليات مصنوعة على الارض لاجل ندرة وضع نصف الدآئرة على الورق

ومن النقطة تَ والخط الصغير المنمر بنمرة (٢) يرسم خط مقداره ٥٨٠ ميتر بالابتدآء من تَ فتحدث النقطة وَ المناظرة للنقطة وَ من الارض

ومن النقطة وَ يرسم خط موازٍ للخط الذى يمر من النقطة تَ ومن الخط المنمر بنمرة (٣) ويؤخذ عليه ٤١٠ امتار بالابتدآء من نقطة وَ فتحدث النقطة لاَ المناظرة لنقطة لا من الارض

ومن النقطة لاَ يرسم خط موازٍ للخط المار من النقطة تَ يمر من الخط الصغير المنمر بنمرة (٤) ويؤخذ عليه ٥٢٠ ميترا بالابتدآء من النقطة لاَ فتحدث النقطة صَ المناظرة للنقطة ص على الارض

ومن النقطة صَ يرسم خط موازٍ للمار من النقطة تَ يمر من الخط الصغير المنمر بنمرة (٥) ويؤخذ عليه ٣٤٠ ميترا بالابتدآء من النقطة صَ

فتحدث النقطة زَ التي تقابل النقطة ز على الارض

ومن النقطة زَ يرسم خط موازٍ للخط المار بالنقطة تَ يمر بالخط الصغير المغروبغرة (٦) وبالابتدآء من النقطة ز يؤخذ عليه ٣٥٠ ميترا فتحدث النقطة غَ المناظرة لنقطة غ على الارض

فاذا تم ذلك تصور مجرى النهر من تَ الى ۏَ ومن ۏَ الى لاَ ومن لاَ الى صَ ومن صَ الى زَ ومن زَ الى غَ كما هو بين نظائرها على الارض او على المسودة اى بين ت و ۏ و لا و ص و ز و غ وبهذه تحدث مبيضة جميع مارسم بواسطة البوصلة بالطريقة المتقدمة

وبهذه الطريقة يمكن ان ينقل على قطعة من الورق منفردة اجزآء مختلفة من المسودة على مقتضى مافى الشكل ثم تُعلَّم على مبيضة الشغل العامة

كيفية نقل المسودات المرسومة بواسطة البوصلة بعد جميع الدرج المحصورين يمين استقامة ما ويسار الابرة المغناطيسية

(١١٦)

بالعمليات المفروض عملها على الارض يتحصل مقدار كل جزء من الطريقين الذين احدهما ا ل م ن ك و والآخر ل ب ق ر س وكذلك ميله بعد الدرج التي تقف عليه الابرة المغناطيسية حين تكون عضادة البوصلة على اتجاه تلك الاجزآء ومن المعلوم ان هذه الدرج والبعد المقابل لها كل منهما مكتوب تحت الآخر على المسودة بحيث لا تلتبس ببعضها

فلاجل نقل هذه المسودة على حسب ما يشاهد عليها من الرقوم يوضع نصف الدائرة فى النقطة اَ المناظرة للنقطة ا من الارض وتدار الآلة المذكورة على مركزها حتى ينطبق عدد ٢٩١ درجة و ١/٤ على خط شمال الابرة المغناطيسية فيكون قطرها حينئذ موضوعا على الوضع الذى كانت فيه عضادة البوصلة فاذا مد خط على طول قطر الدائرة وطول عند الحاجة لذلك جهة ل فلابد وان يحصل على المبيضة وضع الطريق ال ويؤخذ على

هذا

هذا الخط ٩٢٠ ميترا بالابتدآء من النقطة أ كما هو موضوع على المسودة فتحدث النقطة لَ المناظرة للنقطة ل بحيث يمكن ان يصور الطريق المذكور وكل ما يوجد على المسودة بين ا و ل

ثم يوضع مركز آلة النقل اى دآئرته فى النقطة لَ بحيث يكون العدد ٣° و ١/٢ المشاهد على المسودة مقابلا لخط شمال الابرة واذا تم ذلك يرسم خط على طول قطرها فى جهة ش فيحدث على المبيضة الطرف لَشَ من الغاية ويدار نصف الدآئرة حتى يتطابق ٣٠٧ من الدرج مع خط شمال الابرة ومركزها على ما هو عليه فى النقطة لَ وحينئذ يرسم خط على طول قطر نصف الدآئرة فى جهة م ويكون مقدار هذا الخط ٨٦٠ ميترا كما هو مبين جميعه على المسودة ويصور بين النقطتين لَ و مَ كل ما يشاهد بين النقطتين ل و م المناظرتين لهما وحيث ان مركز آلة النقل باق على ما هو عليه فى النقطة لَ وان عدد ٢٦٠ درجة مقابل لخط شمال الابرة فعلى طول قطرها فى جهة ب يرسم خط يكون عليه ٦٧٠ ميترا فتحدث النقطة بَ وبالضرورة يمكن تصوير طريق لب مع كل ما يشاهد عليه فى المسودة

وما ذكرناه يكفى فى التوصل الى نقل باقى المسودة المفروضة بالكيفية المذكورة فالنفرض ان النقط مَ و نَ و كَ و وَ والنقط بَ و قَ و رَ و سَ قد وجدت على المبيضة بالطريقة المتقدمة

فالاعمال التى نقلت والتى تنقل موافقة بالكلية لما عمل على الارض لان قطر آلة النقل كما ذكر يمكن ان يجعل عوض عضادة البوصلة فيحصل بينه وبين خط شمال الابرة الذى يمكن ان يجعل عوضا عن هذه الابرة نفسها الانفراج المشاهد على الارض

(١١٧)

متى نقلت مسودة بهذه المثابة اضطر الى ان يمر من كل نقطة من نقط الاوضاع خط يبين شمال الابرة وان تطبق عليه آلة النقل بحسب الدرج المبين بالانحرافات

المختلفة للاشعة البصرية وجميع ذلك يحتاج الى زمن طويل ولكن بالطريقة الآتية يكفى وضع دآئرة النقل على بعض نقط المحاط لنقل الاعمال المحصلة على الارض وانذكرها فى نقل الطريق ل و ب و ق و ر و س مثلا على المبيضة فنقول

طريقة نقل عدة اعمال محصلة ومبينة على مسودة تفصيل اقليم رسم بالبوصلة وتبييضها مرة واحدة بعد جميع الدرج المحصور بين يمين الشعاع ويسار الابرة المغناطيسية

(١١٨)

يجب لاستعمال هذه الطريقة استحضار دآئرة تنقل فيها الاعداد مبينة عشرة عشرة فى جهة مخالفة للجهة المكتوبة فيها هذه الاعداد فوق دآئرة البوصلة فيوضع قطر هذه الدآئرة على خط شمال الابرة مع مراعاة ان يكون عدد ٣٦٠ درجة موضوعا على جنوب الخط المذكور وبعد وضع هذه الدآئرة بهذه الكيفية يلزم ان يعد على حافتها وعلى الدآئرة المدرجة على خلاف دآئرة البوصلة درج الانحراف الذى يشاهد مكتوبا على المسودة بالابتداء من النهاية السفلى من القطر او من عدد ٣٦٠ درجة الموضوع قبال جهة الشمال ولاشك ان هذا لا يوجب ادنى غلط لانه بعد الدرج بهذه الكيفية تحدث زوايا متقابلة متساوية

ولاجل ادراك هذه الطريقة نجريها فى نقل الطريق المبتدأة من النقطة ل الى بواسى كافى (شكل ٣٦) فنقول

يجب اولا تمييز جميع الاشعة البصرية بالترتيب المتوالى المسلوك فى ايجاد انحرافها مع الاعتناء بذلك بحيث لا يحصل غلط بل يكون كما هو مشاهد على المسودة بين ل و بواسى

وثانيا انطبيق مركز الدآئرة المذكورة على النقطة ل كما فى (شكل ٣٧) وتطبيق قطرها على خط شمال الابرة مع مراعاة وضع عدد ٣٦٠ درجة فى جهة الجنوب وتثبيت هذه الدآئرة على هذا الوضع

وثالثا ان يرسم خط صغير حذآء ٢٦٠ درجة ويغر هذا الخط بنمرة (١) لتدل على هـذا الميل الاول وان يوضع خط صغير آخر حذآء ٢٤٧° ويغر بنمرة (٢) لتدل على الميل الثانى ثم آخر حذآء ٣١٩ ويغر بنمرة (٣) لتدل على الميل الثالث ثم آخر حذآء ٢٥٩ وآخر حذآء ١٠٣ وآخر حذآء ٢٨٠ وآخر حذآء ٢٥٨ وآخر قبال ٣٥٦ وآخر قبال ١٦٧ وآخر قبال ٢٦٧ وآخر قبال ١٥٨ و ½ وآخر قبال ٢٨٧ و ½ ويغر كل واحد بنمرة من نمر ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ لتدل على انحرافاتها

ورابعا ان يمرر بعد ذلك كله من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (١) خط فى جهة بَ ويؤخذ عليه بالابتدآء من النقطة لَ ٦٧٠ ميترا فتحصل النقطة بَ

ومن النقطة بَ يرسم فى الجهة اللايقة خط مواز للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط الصغير المنمر بنمرة (٢) فلابد وان يوجد على هذا الخط محل ناقوس بريشه

ومن النقطة بَ يرسم خط مواز للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٣) فلابد وان يؤخذ على هذا الخط محل ناقوس اروه

ومن النقطة بَ يرسم خط مواز للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٤) فلابد وان يوجد على هذا الخط محل ناقوس بواسى

ومن النقطة بَ يرسم خط مواز للخط الذى بين لَ ونمرة (٥) فيمر هذا الخط بالضرورة بمحل ناقوس كالى فيلزم ان كل واحد من تلك الخطوط يوجد عليه المحل المحرر هو عليه وحينئذ يكون وضع النقطة بَ هـذه مضبوطا بالكلية على المبيضة فان اتفق ان هـذه الاشعة لم تمر من النقط المعينة لتلك الامكنة اصلح هذا الغلط كما تقدم

ومن النقطـة بَ يرسم خط مواز للخط الذى يمر من لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٦) ويؤخذ عليه مقدار ٧٠٠ ميتر فتحصل النقطة قَ

ومن النقطة قَ يرسم خط موازٍ للخط المار من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٧) ويؤخذ عليه بالابتداء من قَ مقدار ٦٢٠ ميترا فيتحصل وضع النقطة رَ

ومن النقطة رَ يرسم خط موازٍ للذى يمر من لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٨) وعلى هذا الخط يوجد الجزء الاعلى للجدول

ومن النقطة رَ يرسم ايضا خط موازٍ للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (٩) وعلى هذا الخط يوجد الجزء الاسفل من الجدول المذكور

ومن النقطة رَ يرسم ايضا اى فى الجهة اللايقة خط موازٍ للذى يمر من النقطة لَ ومن المنمر بنمرة (١٠) ويؤخذ على هذا الخط بالابتداء من النقطة رَ مقدار ٤٠٠ ميتر فحينئذ تتحصل النقطة سَ التى تقابل النقطة س على الارض

ومن النقطة سَ يرسم خط موازٍ للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (١١) وكذلك خط موازٍ للخط الذى يمر من النقطة لَ ومن الخط المنمر بنمرة (١٢) فيتحصل مكان شوارع بواسى المقابلة لهذين الانحرافين

ويجرى على هذه الكيفية اذا انحصر فى هذه العملية عدة عمليات من التى على الارض

وبعد ذلك يصور بين لَ و بَ وبين بَ و قَ وبين قَ و رَ وبين رَ و سَ جميع مايشاهد على المسودة بين النقط المناظرة لها فيتحصل فى المبيضة الطريق ل س والقنطرة ر والجزء الاعلى والجزء الاسفل من مجرى الجدول المار من تحت هذه القنطرة وكذلك الانحدارات التى يجرى فيها وبالجملة فبحسب اتجاه كل من شوارع بواسى وبين النقط التى تعين طول هذه الشوارع تصور البيوت والحيطان والزرابى وغير ذلك من الاشياء التى تركب منها ذلك المحل فتحدث مبيضة الاقليم المفروض الذى اخذ تفصيله

بواسطة البوصلة باحدى الكيفيتين السابقتين

(طريقة نقل اعمال البوصلة فى اثناء الاستعمال على الارض)

(١١٩)

اذا ابقى العامل نقل ما عمله على الارض بواسطة البوصلة لعمله فى البيت مثلا كان عرضة لان يستكشف انه قد غلط فى انفراج الزوايا اوفى مقادير الابعاد ويكون ذلك بعد فوت التدارك فالاحسن والا أمن عاقبة ان تنقل على الورق العملية بمجرد تمامها على الارض بواسطة البوصلة فيستصحب معه قطعة من مقوى يضع عليها فرخا من الورق ممتلئا بخطوط مستقيمة متوازية على ابعاد متساوية وتستعمل هذه الخطوط التى تدل على اتجاه الابرة المغناطيسية لنقل كل عملية ومن حيث ان هذه المتوازيات مرسومة اختيارا ومن النادر ان تمر بنقط المحاط لزم استعمالها كانها مارة بها ثم يوضع مركز دائرة النقل على نقطة المحطة و يثبت قطرها موازيا لاقرب خطوط شمال المغناطيس منها مع مراعاة مساواة عدد الدرج المعدودة فوق حافة آلة النقل على كل من جهتى هذا الخط وبعد وضع الآلة المذكورة بهذه الطريقة على الفرخ يوضع خط صغير حذاء عدد الدرج الواقفة عليه الابرة المغناطيسية ثم من نقطة المحطة ومن هذا الخط الصغير يرسم خط فيحدث اتجاه طريق اوجدول اوخليج اوغير ذلك وبهذه الطريقة ينقل ما يرسم بالبوصلة ويصور بمجرد تتميمه على الارض بحيث لو حصل غلط امكن تداركه وتصليحه فى نفس المحال

(تنبيه فى شأن رسم تفصيل الخرطة)

(١٢٠)

الذين يأخذون تفصيل اقليم وليس لهم معرفة كافية فى علم حساب المثلثات النظرى والعملى يعتقدون ان لا فرق بين نقط عملهم ونقط اصل الخرطة وبالتأمل والضبط الذى يداومون عليه فى عملهم يظنون على العموم ان اعمالهم تعين جزما اوضاع محال الاقليم المشهورة بدون تردد لكن لو كان كما يعتقدون فلاى شئ لزم الاعتناء برصد انفراجات الزوايا والنظر فيها غالبا الثوانى والبحث

عن الابعاد بين الاشياء بالحساب مع التدقيق بدون ان تهمل فيها كسور الميتر ويظهر بالتجربة انه عند قياس الطرق الموصلة الى ثلاث محال واقع بينها مثلثات لا يحصل الانطباق مع الضبط اعنى انه بالابتداء من محل وبالرجوع فيه بعد التواءات عظيمة لا يمكن ان يوجد هذا المحل فوق الورق على وضعه المطلوب ومن ثم يستبين بالتجربة ايضا انه كلما كثرت المسافات المثلثية اللازم ضم بعضها لبعض عسر الانطباق وتعسر اجراؤه مع الضبط ولاجل كمال التحقيق من ان المحال الاصلية من الخرطة الموضوعة بواسطة التفصيل لا يصح ان تؤثر على التى توجد مرتبة على القواعد الهندسية ويلزم ان ينظر لامور ثلاث الاول انه كثيرا ما يوجد زيادة عن التواءات الطرق وانزواء آتها علاو ووهدات غير موافقة لضبط القياس والثانى ان المقاييس التى تستعمل والقياس لابد وان يكون فيها انواع خلل صغيرة تتزايد كثيرا وقليلا فى القياس بين شيئين متباعدين بعدا ما والثالث ان العامل كلما جبر على عمل اعمال ولزمه ان يدور دورات على اراض غير مستوية بالذهاب من محل الى آخر كلما كان عرضة لاختلال وضعه اختلالا دقيقا بالنسبة للوضع الاول اما فى العمل او فى القياس بدون ان يدرك ذلك ومما ذكرناه يستنتج بالضرورة ان تفصيل الاقليم لابد وان يرسم على موجب نقط اصلية معينة بحسب القواعد الهندسية لينشأ عن ذلك امور الاول ان توجد الابعاد بغاية الضبط الثانى ان يمكن اصلاح التفصيل ان استبان ان فيه مقادير اقل او اكثر من المقادير الناتجة بواسطة علم المثلثات الثالث تعديل التفاصيل اذا اختلفت اتجاهات النهيرات والطرق والمسالك وغير ذلك عن وضعها المستفاد من نقط اصل الخرطة

(انواع البوصلات المستعملة فى الملاحة)

(١٢١)

المستعمل من اجناس البوصلة اللازمة فى الملاحة جنسان احدهما مشهور باسم مقياس الطريق والثانى باسم مقياس التغير فالاولى تستعمل لتعيين اتجاه طريق السفينة واما الثانية فتستعمل للدلالة على وضع الاشياء بالنسبة

للسفينة وخصوصا لرصد التغير ولذا سميت بقياس التغير
والجزء المهم من هاتين الآلتين الابرة المغناطيسية ولابد ان تكون من صلب جيد التجانس وعلى شكل مستطيل رفيع ومن الناس من يجعل طرفيها مستديرين ومنهم من يجعلهما رمحين والظاهر ان الانجليز يميلون الى هذا الشكل الاخير فانه الذي اتبعوه في جميع البوصلات البحرية التي انشأت ولابد وان تكون الابرة مبرودة في سطوحها الاربع بردا جيدا ومتوازية السطوح ثم تصقل صقلا جيدا او تجعل اقل ما هنالك ملساء لاجل عدم صدئها ولتكثر فيها القوة المغناطيسية وتمكث زمنا طويلا مع بقاء هذه الخاصية
ولاجل مغطسة ابرة يستعمل حجر مغناطيس حادطبيعي او صناعي والمختار من ذلك القضبان المغناطيسية وكيفية ذلك عادة ان تضع اولا الابرة على اتجاه خط شمال المغناطيس تقريبا وينبغي ان يكون جزء شمال الابرة ممغطسا بجزء جنوب احد القضيبين وجزء جنوب الابرة ممغطسا بجزء شمال القضيب الآخر ثم يوضع الطرف الجنوبي من احد القضيبين قريبا من منتصف الابرة والطرف الشمالي من الآخر في جانبه ويساربه نحو الطرف الجنوبي من الابرة ويمسك القضيبان مبعدا طرفاهما العلويان كل منهما عن الآخر بحيث يكون بين القضيبين وبين الابرة زاوية حادة وبهذا الوضع يتكأ بهما على الابرة اتكاء جيدا بزلق احدهما جهة الجزء الشمالي والآخر جهة الجزء الجنوبي وعند الطرفين يعاد العمل بارجاع كل قضيب كما كان مع مراعاة ان لا تحك الابرة في الجهة المخالفة وبعد تكرار هذا عشر مرات او اثنى عشر مرة على كل وجه من اوجه الابرة تتغطس تغطسا جيدا في العادة ويمكن مغطستها مغطسة جيدة بزلق قطبي القضيبين معا على طول الابرة ذهابا وايابا بدون انقطاع وقد اقر هذه الطريقة كثير من الطبيعيين ولما كان من الصلب ما يقبل هذه الخاصية اسرع من غيره رؤى من المناسب ان تستحضر ابرة مضاهاة يعرف بها التغطس
وقد جزم المعلم لويك بانه متى لزم عمل عدة بوصلات متساوية يجب عمل ابرها على حد واحد في الثقل ويجب اتمامها بكيفية واحدة وبعد ذلك تنتخب منها واحدة تغطس مغطسة جيدة ويعرف انها اكتسبت هذه

الخاصية اللازمة لها بعينها هذه تحملها اثقالا مختلفة على التوالى لان من المعقول ان الابرة كلما رفعت اثقالا استبان ان فيها قوة على الاتجاه الى خط شمال المغناطيس والبقاء عليه فقد اجمعت التجاريب على اثبات ان هذه الخاصية الثانية نتيجة للاولى وانها متناسبة معها فى القوة ثم تمغطس باقى الابر بحيث تحمل الثقل المذكور بالتحقيق او بالتقريب ولا ينبغى البحث عن تساوى التمغطس فى الابر كلها تحقيقا فان ذلك لا حاجة اليه بل متى امكن ان الابرة تحمل الثقل الذى ينبغى ان يكون مقياسا المغطسة الزم لمسها بالقضيب ثانيا لان التجربة التى عملت عليها اقتضت قوتها تقيصا عظيما وقد شاهد المعلم لويك انه متى جرب ابرتان بهذه التجربة ثم استبان ان باحديهما قوة اضعف من الاخرى فلابد وان يكون هذا الفرق ناشئا عن ثقل الابر او جلائها او خشونة الخرزة والاغلب ان يكون عن كيفية انتهاء الاعقاب فقد صيرهما متساويتين فى القوة بمنع هذه العيوب المختلفة تقريبا ثم ان هناك طرقا اخرى لامتحان القوة المغناطيسية فى الابر لكنها صعبة فلا يمكن تفضيلها عادة فى انشاء البوصلات

ولا مضرة ابدا فى مغطسة ابر البوصلات مغطسة قوية لانها كلما اشتدت قوتها المغناطيسية كلما تثبتت على اتجاهها الحقيقى وتعسر ابعادها عنه مالم تقرب من اجسام حديدية او اجسام مغطسة ومن ثم كان وضع مقياسين فى صندوق واحد غير مرضى لان هذا الصندوق ضيق غالبا فتكون كل من الابرتين فيه فى كرة قوة الاخرى وبالضرورة تخل احداهما بالاخرى وقد عمل المهندس دربه منو يليت عدة تجاريب كررتها بعده اكدمة الملاحين فرأى ان كرة قوة ابرة ممغطسة مغطسة تامة يمكن ان تبلغ ١٢ قدما ومما تمنى استعمال مقياسين فى صندوقين مفترقين احدهما الضابط الربع والاخر لماسك الدفة فيكون الضابط بذلك متحققا طريقه بدون ان يسئل عن ذلك دائما فربما غشه ممسك الدفة والتقدير بذلك يكون مضبوطا وتكون حركة المركب كذلك فى غاية الضبط

وينبغى للملاحين ان يستصحبوا قضبانا مغناطيسية خصوصا اذا شرعوا فى اسفار طويلة لاجل ان يجبروا ما يضيع من مغناطيسية مقاييسهم لعدة اسباب

ومتى كانت الابرة مبرودة بحيث لو ركبت لكانت فى التوازن التام بعد تمغطسها ضاع توازنها بميلها جهة القطب القريب منها اعنى انها تميل جهة الشمال اذا كان الانسان فى الجزء الشمالى وجهة الجنوب اذا كان فى الجهة المقابلة للجزء الشمالى وهذه الخاصية التى يقال لها انحراف الابرة المغناطيسية تزيد وتنقص بحسب عروض المحال واطوالها فمن المهم جدا فى نظريات القوة المغناطيسية ان تعمل ارصاد مضبوطة لهذا الانحراف فى جميع اقطار الكرة ولذلك ينبغى لمهرة الملاحين ان لا تفوتهم فرصة فى تكثير الارصاد المذكورة على ان هذا لا منفعة له فى اعمال الملاحة الحالية ثم انه يعدل التوازن ثانيا بوضع قطعة من شمع احمر على الوردة من الجهة المقابلة لتتوازن مع الاخرى او بوضع قطعة صغيرة من نحاس جهة جنوب الابرة وتوقف فى نقطة التوازن اللازمة

ثم ان لجميع هذه الانواع من الابر المغناطيسية خاصية سوآء كانت ملقمة بنوع او انواع مختلفة من المغناطيس وهى الميل الذى يسمى عند الملاحين بتغير البوصلة وهو كناية عن كمية ما يلزم لان يقابل شمال المقياس شمال الكرة مع الضبط او غير ذلك وبعبارة اخرى هى الزاوية الحادثة من اتجاه الابرة المغناطيسية مع خط نصف نهار المحل

ولتباعد الابرة المغناطيسية عن جهة الشمال والجنوب الحقيقية طريقتان فمتى ابتعدت عنها جهة المشرق بان صار شمال المقياس بين الشمال الحقيقى والشرق يقال للتغير شرقى او شمالى شرقى اى بين الشمال والشرق ومتى تغيرت الابرة الى جهة الغرب قيل للتغير غربى او شمالى غربى اعنى بين الشمال والغرب وتغير البوصلة متحد فى الزمن الواحد والمحل الواحد لكنه يتغير فى المحل الواحد فى ازمنة مختلفة ويتغير ايضا فى الوقت الواحد فى امكنة مختلفة فمن المحال ما يظهر فيه التغير السنوى ومنها ما قد مكث على حالة واحدة تقريبا نحو قرن من السنين ولا بد ان يحصل هذا بالفعل اذا كانت البوصلات جيدة الصناعة ومع ذلك فقد شوهد غالبا ان بوصلتين اعتنى بهما على حد

سوآء ولم يدلا على اتجاه واحد مع الضبط ولم يعرف سبب تغيرهما وهنالك غرابة اخرى شاهدها المهندس بلوندو وهي ان الابرة الواحدة ربما افادت اتجاهات مختلفة بحسب وضعها على كلا وجهيها فقد روى منها ما يبلغ فيه الفرق درجتين فالاحسن تدارك هذه العيوب وعمل بوصلات غير مشوبة بها وطريقة الوصول لذلك ان يبحث عن تحصيل ابرة يكون اتجاهها واحدا في وضعها على الوجهين فتركب مع الاعتناء لكي تجعل بوصلة مضاهاة ثم عند تركيب ابرة اخرى يلزم قبل تثبيتها تحت الوردة ان تؤخذ صورة شيء بعيد في الافق بالبوصلة الاولى ثم تؤخذ صورته بالثانية وتثبت الابرة بحيث تبين ما تبينه الاولى من الدرج واذا اريد ان يعين السمت الحقيقي للنقطة المأخوذة بارصاد فلكية جيدة تحدث بذلك طريقة لتعيين تغير البوصلة في كل وقت

ثم ان وردة الاهوية يجب ان تكون ملصوقة على صفيحة من طلق وبهذه الكيفية لا تستتر كما هو المطلوب والعادة ان يوضع على حافة وردة مقاييس التغير دائرة رقيقة من فضة او نحاس عرضها من ثلاث خطوط الى اربعة وينقسم بالضبط الى درج وانصافها بل وارباعها على حسب اتساع الوردة فحينئذ لا يكون للصفيحة فائدة لانه لا نظر حينئذ لكون الوردة مستترة اولا حيث ان الجزء المشتمل على التقاسيم الذي هو الاصل في مثل هذه المقاييس لا يمكن ان يحصل له هذا العيب على ان الوردة تكون جسيمة الوزن فينبرى العقب بل وربما انبرى بذلك داخل الخرزة

وينبغي ان تكون الخرزة من عقيق صلب نقي وان تكون مركبة على نحاس او فضة وان تكون مثبتة في الابرة تثبيتا برميا بحيث يكون داخلها فوق السطح الاعلى من الوردة بيسير لاجل ان تسكن فان هذا من اللازم

ويصح ان تكون العلبة المشتملة على الوردة مستديرة او مربعة والشكل المستدير هو المستعمل كثيرا بل هو المختار وينبغي ان تكون من نحاس احمر وان تكون عميقة يسيرا

وانما اختير النحاس الاحمر لانه روى غالبا ان النحاس الاصفر يمكن ان ينجذب

بالمغناطيس اما الانجليز فيستعملون معدنا مركبا ذهبي اللون وهو اسهل صناعة من النحاس الاحمر وليس فيه ما في النحاس الاصفر من المضرة ويجب ان يكون داخل هذه العلبة وكذا خارجها قطعة من رصاص تكون لها كالتصبيرة لترجعها الى الوضع الافقي اذا تحولت عنه بحركة او غيرها ولا ينبغي تثبيت هذا الرصاص في العلبة بل ينبغي ان يكون بحيث يتحرك اذا فكت دورتان او ثلاثة من البريمة لكي يتيسر توقيف العلبة على وضع افقي مع الضبط التام

وينبغي ان يكون تعليقها بحيث تكون متحركة بسهولة على نقط الارتكاز التي ينبغي ان تكون فوق مركز ثقلها بكثير وان يكون داخل العلبة ملونا بابيض وان يرسم فيها اربع خطوط سود تقسم محيطها الى اربعة اجزاء متساوية ولاجل مزيد الضبط يجب ان توضع فيها اربع قطع صغيرة من عاج عرض كل منها ثمانية خطوط او تسعة وان يرسم عليها الخطوط الاربع التي سبق ذكرها فبهذه الخطوط يشاهد بسهولة هل المقياس جيد المركزية او لا لانه ينبغي ان تكون مقابلة لاجزاء الوردة كل اثنين منها الاثنين ويمكن بدون ضرر ان لا يوضع الا خطان في اتجاهين متقابلين لكن الاليق وضع الاربعة

ويجب تغطية الجميع بقزازة بيضا محكمة الوضع والاحسن ان تكون مركبة على صفيحة مشغولة في دائرة من نحاس والاحسن من ذلك كله قطعة من البلور لان الوردة بذلك تنكشف على حقيقتها خصوصا في الضوء وذلك في بصلات الطرق لان القزاز المعتاد يوجد فيه غالبا تموجات على مستويه تعكس الاضواء بدون انتظام فتحجب نظر القابضين على دفة السفن

وجميع ما ذكرناه مشترك بين مقاييس الطرق ومقاييس التغير فيجب ان يكون كل من هاتين الالتين جيد الصناعة على حد سواء ومتوافقين معا غاية التوافق فانه لا يمكن بيان سبب صحيح للاختلاف الحاصل عادة بينهما فيما يخص الابر والوردة والحرزة والتعليق والعلبة وضرورة التوافق التام بين الالتين المذكورتين مبنية على كون النتايج الحاصلة من مقياس التغير لابد وان تستعمل لتصحيح الاتجاهات المبينة بمقياس الطريق ولا يسهل ايجاد هذا التوافق

السكاى الضرورى كما يرد ذلك بالظن من اول الامر

ويزيد مقياس التغير على مقياس الطريق بلسانين لاجل رصد الكوكب او الاشياء الارضية ولانشائهما وتركيبهما على البوصلة عدة طرق ولنذكر ما نرى انه الاسهل والاوفق فنقول انه ينبغى ان يكون هذان اللسانان بقدر خمسة اصابع او ستة من الارتفاع ومركبين على العلبة المشتملة على الوردة بمفاصل لكى يتيسر انطباقهما على القزازة عند عدم الحاجة للمقياس فاذا اريد عمل بعض اعمال يرفعان ولابد ان يكونا على الوضع الرأسى بواسطة عقب صغير ويثبتان على الوضع المذكور بواسطة لولب من نحاس يوضع خلفهما ويلزم ان يوضع على اللسان المحاذى للنظر قزازة ملونة مركبة على برواز صغير يمكن ان يجرى فى طول اللسان المذكور ثم يقف من نفسه فى اى نقطة اريد توقيفه فيها بواسطة محاكته لان هذه القزازة نافعة جدا عند رصد جرم الشمس واللسان المحاذى للاشياء المنظورة منقسم طولا بسلك رفيع جدا كما هى العادة ولابد ان يكون كل من ثقب اللسان المحاذى للنظر وسلك اللسان المحاذى للاشياء المنظورة مقابلا مع الضبط التام لاعلا خطين من الخطوط الاربعة السود التى سبق الكلام عليها وقد اصطنع من هذه المقاييس ما له مزايا على المقاييس المتداولة خصوصا بواسطة هذه الزيادات التى نذكرها فنقول يجب ان يمد من الجزء الاعلا من احد اللسانين الى الجزء الاعلى من الآخر سلك اغلظ بيسير من السلك الذى يقسم به اللسان المحاذى للاشياء المنظورة لاجل ان يقع منه ظل ظاهر اذا اريد رصد جرم الشمس بواسطة هذا السلك على الوردة ويلزم زيادة على ذلك شد سلك آخر من اعلى اللسان النظرى الى اسفل اللسان المحاذى للاشياء المنظورة ثم شد سلكين آخرين تحت القزازة المغطية للابرة يذهبان الى الخطوط الاربعة التى تقدم ذكرها وبهذه الكيفية يوجد اربع سلوك على مستو رأسى واحد فتى وضع اللسانان على مستوى الشمس الرأسى حدث من هذه السلوك الاربعة ظل واحد على الوردة يمر بمركزها

وطالما حاول الناس ان يتيسر للشخص الواحد ان يعمل عمليات تغير المقياس وحده وكذلك رصد الاشياء وذلك فى محله لانه لو امكن للعاملين الماهرين ان يتفقا على رصد فى وقت واحد فلا ينكر ان هذا امر شاق وان العاملين العاديين ربما ارتكبا غلطات عظيمة بسبب عدم تطابقهما ومن ثم وضع تحت اسفل اللسان النظرى بيسير على جانبه برمة صغيرة بتضاريس فتى تحركت هذه البرمة الصغيرة ذهب الاصبع الصغير من العاج الذى هو فى العلبة تحت ذلك اللسان بواسطة لولب لطيف جدا حتى يطرق طرف الوردة فتنزلق بهذه الحركة فى محلين هما نقطة تلاقيها مع الاصبع ونقطة مركزها فيتيسر حينئذ الزمن الكافى لعد كمية ابتعاد النقطة المقابلة للشئ عن النقط الاصلية من المقياس واذا شوهدت الدرجة المقابلة للاصبع المتماس مع الوردة كانت هى النقطة المقابلة للوضع الخالى للشئ ومتى اريد تحصيل تلك النقطة الاخيرة بدون واسطة لزم مع غاية اللطف زحزحة الاصبع الذى تحت اللسان المحاذى للاشياء المنظورة جهة الوردة وذلك بان يتكئ الانسان باصبعه على ذنب صغير من نحاس موضوع لهذا الداعى فانه يشاهد مع الضبط نقطة المقياس الحقيقية المقابلة للشئ المرصود بتلاقى هذا الاصبع مع الوردة

وانما قلنا بلزوم التلطيف فى زحزحة الاصبع لانه ربما تزحزح الاصبع المقابل له فتتحرك الوردة بالضرورة فلاجل منع هذا الضرر استحسن ان يضع الانسان اصبعه على ذنب الاصبع الذى هو من نحاس فان هذا يمنعه من الزحزحة الى خلف ومتى شوهدت درجة الوردة المقابلة للشئ جاء اصبع اللسان المحاذى للاشياء المنظورة فى محله بنفسه بحركة لولب صغير موضوع لهذا الداعى ولاجل تحريك المقياس الذى لابد منه دائما لا يلزم الاجذب ذنب النحاس المضبوط بالاصبع المماس للوردة الى الخارج فاذا وجدت حافة رقيقة من نحاس او من فضة لاجل التقاسيم فالجارى عند الانجليز تقسيم عرض الاصبع الذى تحت اللسان المحاذى للاشياء المنظورة بخطوط متوازية تدل على الدقايق بتقابلها مع تقاسيم الدائرة وذلك كافى ورنية ربع دائرة الانعكاس

ثم ان العلبة الرابعة المشتملة على القياس مركبة على عقب ذى حركة سهلة لكى يتيسر تدويره بدون ان يسرى الاهتزاز للوردة والغالب جعل العلبة الخارجية ثابتة والداخلية تدور على عقب من نحاس داخل العلبة ولكن ظهر لنا ان هذا قليل الاراحة كثير الكلفة فالاحسن تركيب جميع مقاييس التغيير على رجل بثلاث شعب كآلات المساحة فان هذا مستعمل كثيرا فى بلاد الانجليز

فهذا ما تتيقن صحته تقريبا فى هذا المبحث من علم الملاحة ولتصيير تعاليق البصل البحرية جيدة الضبط عدة طرق فقد انشأ المهندس الانجليزى غريغورى بوصلة تعليقها على اكمل ضبط وقد استعملت هذه البوصلة فى الاعمال التى عملت لمعرفة الاراضى الجنوبية ومن اعظم الفوائد بقاء هذه الآلة دائما على الوضع الافقى وقد وعد مجلس العلوم بفرانسا بجزاء سنة الف وسبعمائة وسبع وسبعين مسيحية لمن يخترع اكمل طريقة لصناعة الابر المغناطيسية وتعليقها والتحقق من كونها على الخط الشمالى المغناطيسى الحقيق لاجل تحقق اختلافاتها المنتظمة فاقتسم هذا الجزء المعلم والسواندان المدرس بمدرسة فرانكير بالبلد المسماة فريزه والمعلم كولومب يوزباشى اوردى المهندسين وقد اعطى المجلس المذكور جزاء اعانة للمعلم مانى بسبب بوصلة قدمها ومن ذلك ينبغى ان ينتظر ضبط جميع انواع العيوب التى تعيب الالات الى الآن

(الباب الثامن)

فى كيفية وضع امكنة السبر التى تكون قد عملت فى البحر مع الضبط ونسبتها الى شاطئ من الشواطئ

(١٢٣)

من المهم لامن السفر فى البحر ان تعرف الاعماق المختلفة للبحار وان تعرف محال الصخور الموجودة فى البحر قبل الوصول اليها بثلاثة فراسخ او اربعة اقل ما يكون ليتيسر اجتنابها وذلك لانه لا يصح فى حال الوصول اليها ان يتفكر فى التحول

عنها

عنها ومن ثم كانت محال السبر فى البحار مبينة على الخرط البحرية فقد جرت العادة بتعيين محالها بواسطة مجرد البوصلة لاجل ان تبين على تلك الخرط فى محالها الخاصة بها بالنسبة لجهات الاهوية وهذه العملية تقريبية لا تحقيقية وقد اتفق جميع الملاحين على ان من المهم لاجل حفظ السفن واحمالها واوسقها ان تعرف محال الصخور واعماق الماء المختلفة قبل الوصول الى جزيرة او الى ساحل او الى مينا اوغير ذلك بخمسة فراسخ اوستة ولاجل تعيين محال السبر التى تعمل فى البحر مع الضبط يلزم استعمال البلنشيطة ولكل احد ان يركبها على حسب رأيه حين يستعملها فى البحر وما اسلفناه عند ذكر طريقة انشاء اصل الخرطة الارضية بواسطة الآلة المذكورة كاف هنا لبعض الناس فى تطبيق ذلك على تعيين وضع الاسبار بان تعتبر نقطا او اشياء مختلفة على الارض اما غيرهم من المهرة فالنذكر لهم بعض توضيحات لذلك فنقول من المعلوم انه لا يسبر البحر ليعرف عمقه فى محال مختلفة الا فى زمن اسفل جزرو يلزم لذلك اشخاص نجباء اهل تجربة لهذه العملية اعنى اناسا ملاحين او اناسا متعودين على البحر بان يكونوا دائما على اكمل صحة فيه لانه ليس كل انسان قابلا لهذه العملية ولو بلغ حذقه ما بلغ فى غيرها ويجب التفطن لانتهاز الفرص والاحوال بل الترصد لذلك مدة عدة ايام او جمع او غير ذلك فيلزم لذلك استصحاب مراكب صغيرة مدومسة تثبت بالمرسى حيث اريد ذلك ولابد ان تمكن الاقامة فيها وذلك لانه وان تبوعد قليلا من الارض لا يصح توهم انه يسهل الرجوع فى كل الايام فان الرياح قد تمنع من ذلك ويضيع الزمن فى الذهاب والاياب فلا تعمل الا عمليات قليلة بخلاف تلك المراكب الصغيرة المدومسة والمثبتة فى بعض المحال فانها تكون نقطا تعين بها اسبار جديدة اذا اريد تطويل هذا العمل بقدر ما يلزم كما يشاهد فيما بعد

ويلزم مراجعة البحريين فيما يلزم معرفته وما يلزم عمله وما نذكره ليس الا اقتضاء غرض من تريد رسم طرف ساحل على الارض ومن يريد وضع محال البرالتى عملت على الارض فوق الخرطة فنقول يلزم لاجل هذه العملية ثلاثة اشخاص

يتعاونون كل من جهته على تعيين المحل الذى يعمل فيه السبر فاحدهم ينزل فى قارب صغير فى وسط البحر فيديز السبر ويقيد الاعماق المختلفة التى توجد فى قائمة فيضع على السبر الاول نمرة (١) والثانى نمرة (٢) والثالث نمرة (٣) والرابع نمرة (٤) وهكذا على هذا المنوال

السبر الاول . . . . ٨ بوع

السبر الثانى ١١

السبر الثالث ٧

السبر الرابع ٥

السبر الخامس ٦

والآخران يعملان على الارض فى وقت واحد بواسطة عضادة بنظارة جيدة على بعد كاف بينهما ليكون قاعدة متناسبة مع بعد القارب ولابد ان يكون كل منهما على استقامة الآخر مع الضبط التام وعلى هذا الوضع يثبتان البلنشيطة ويرسمان هذه الجهة على الورق ومتى رأيا من القارب الاشارة المتفق عليها من قبل حرر كل منهما شعاعا بصريا على تلك الاشارة ورسمه على الورق ووضع بجواره نمرة (١) اذا كان ذلك اول سبر ونمرة (٢) فى السبر الثانى وهكذا بحيث تكون الخطوط المرسومة على كل بلنشيطة نمرة بعين نمرة محل السبر التى حررت اليه وعند اجتماعهم يعينون نفس المحل الذى عمل فيه السبر (بجمع ورق البلنشيطة على الوجه اللايق) فتتعين بالضرورة النقطة التى يلزم ان يكتب فيها كمية البوع التى تشاهد على النمرة المذكورة فوق قائمة الاسبار وبالجملة فيسلك كما فى المثال الذى نذكره فنقول

(١٢٤)

اذا فرضنا انه انتخب نقط ا و ب و ك و د الخ على طول شاطئ لاجل ان تعمل فيها الاوضاع كما فى (شكل ٤٠) والمطلوب تعيين المحال التى يقاس فيها عمق مياه البحر الذى ينتهى بهذا الشاطئ ووضعها على الخرطة فالنبتدئ بقياس الابعاد اب و بك و كد الخ اوبتعيينها

بالحسابات بمقتضى قواعد علم المثلثات ثم ترصد انفراجات الزوايا الكائنة بينها لكى يعلم مقدارها ووضعها وتنقل هذه الاعمال على ورقة ليستعان بها فى العمل بالبلنشيطة وبعد ذلك فالشخص الكائن على الارض فى النقطة ا لتعيين وضع الاسبار التى تعمل فى البحر يكون على استقامة العامل الذى فى النقطة ب مع غاية التدقيق وذلك يحرر على ا الذى فى النقطة ا بحيث يكون الخطان اب و ب ا بالضبط على استقامة الخط او القاعدة اب على الارض وحينئذ يثبت كل من الشخصين بانشيطته التى يكون قد وضعها مع الانتباه وضعا افقيا

وبمجرد ان ينصب الشخص الذى فى البحر الاشارة لتدل على مكان السبر يحرر كل من الشخصين اللذين على الارض شعاعا بصريا على تلك الاشارة احدهما من نقطة الخط ا والاخر من نقطة الخط الآخر ب ويضع بجوار هذا الشعاع نمرة (١) اذا كان ذلك هو السبر الاول كان العامل الذى فى البحر ينمر بنمرة (١) كذلك ويكتب على قائمته قدر عمق الماء الموجود فى ذلك المحل

وكل من الشخصين اللذين على الارض يعرف الشخص الذى على البحر بواسطة اشارة متفق عليها بينهم انه قد حرر شعاعه فينتقل القارب للسبر فى محل اخر ومتى نصب الاشارة يرسل كل من الشخصين اللذين بيدهما البلنشيطة شعاعا على الاشارة المذكورة كل من نقطة محطة ا و ب ويضع على هذا الشعاع نمرة (٢) اذا كان ذلك هو السبر الثانى وعلى هذا المنوال تنمر الاشعة بنمرة (٣) و (٤) و (٥) و (٦) الخ اذا وقع السبر الثالث والرابع والخامس والسادس الخ ثم تكتب عين هذه النمر على القائمة بجوار عدد البوع يكتب ذلك الشخص الذى فى البحر وهو الذى يكتب ايضا اعماق المياه المختلفة

(ملحوظات)

(١٢٥)

اذا فرضنا انه لم يربط من قبل بين النقط المنتخبة ا و ب و كَ و د الخ
بعض اشياء ظاهرة على الارض كمحل ناقوس او فنار او رأس ارض او غير ذلك
يجب عند العمل فى النقط ا و ب و كَ و د الخ ان تحرر اشعة بصرية
على هذه الامكنة لاجل ان تربط بها الاسبار بالضرورة ليمكن توجيه
السفينة على اكمل وجه وذلك لان البحريين انما تكون طريقهم مأمونة بنظر
السواحل والاشياء المختلفة والعوارض التى تعرفها

ومتى رأى العامل الذى فى المحط ا انه يلزم ترك هذا المكان ذهب حتى
يقف فى النقطة كَ وهناك يضع كَ بَ كما فى (شكل ٤١) على
محاذاة كَ ب مع الضبط وبعد ان يضع البلنشيطة وضعا افقيا
يثبتها وكلما نصب القارب الاشارة حرر هذا العامل والذى فى النقطة ب
شعاعا على الاشارة المذكورة ونمراها بنمرة السبر الرابع

فان رأى العامل الذى فى النقطة ب ان ينتقل منها فلينتقل الى النقطة د
ويعدل فيها بلنشيطته ويرتبها بحيث تكون دكَ بالضبط على محاذاة
دكَ ويثبتها بحيث لا تتحرك ويستمر هو والعامل الذى فى كَ على العمل
بان يحرر كل منهما شعاعا على الاشارة كلما نصبت ويعتنيان بكتابة النمرة
اللايقة بالشعاعين بجوارهما وهكذا يجرى العمل على طول الساحل
لايجاد محال الاسبار ومقدار اعماق المياه مع الضبط على خرطة بحرية

ويجب على كل من العمال ان يضع البوصلة على بلنشيطته ويرتبها بحيث
تكون الابرة المغناطيسية مثبتة على صفر فحينئذ يرسمون على طول خط الشمال
الجنوبى فى جانب البوصلة على الورق خطا يبين خط الشمال المغناطيسى
ويعينون قطبيه وعلى حسب ما جرت به العادة يلزمهم ان ينقلوا خط الشمال هذا
على اوراقهم لاجل تتميم خرطة الاسبار ولاجل نظر ميله الحالى مع نصف
النهار الحقيقى

ومتى عملت جملة المحاط اللايق عملها بجمع جميع الاوراق المشتملة على الاعمال
وتوضع نقط المحاط متقابلة بحيث تكون القواعد اب و بكَ

و كذا الخ التي قيست اوحسبت منطبقة على نظائرها ومرسومة على الورق كما في (شكل ٤١)

فبعد جمع الاوراق يحدث محل كل سبر في نقطة تلاقي الاشعة المتحدة بحيث لايحتاج بعد ذلك لشئ سوى مراجعة القائمة لاجل الوقوف على مقدار النوع التي وجدت في اى نمرة لكي تكتب في نقطة تقاطع تلك الاشعة

(١٢٦)

وبهذه الطريقة تعين الجزائر الصغيرة والصخور الظاهرة والباطنة والسفن المستوية المثبتة بالمراسي قصدا لتجعل نقط محاط ولتعين على تعيين وضع اسبار جديدة فينتقل الى ما يختار من هذه المحال اوعلى مراكب مدومسة مثبتة ويجرى العمل كما لو كان على الارض وتعين محال الاسبار على ماسبق بيانه فان لم يمكن تعيين هذه الجزاير الصغرى وهذه الصخور الخ بتقاطع اشعة عينت تجعل ابعاد المراكب المدومسة قاعدة ومنها تحرر اشعة جديدة لتعيين الاشياء المذكورة والاسبار التي تعمل فيما بعد

وينبغي الرجوع لاهل التجربة والخبرة من البحريين في تعلم العمل على البحر وفي الدلالة على الالآت اللازمة لتحصيل الضبط التام ويصح ان يستعمل لذلك على الارض الجرافوميترا والدائرة ذات النظارتين في تعيين المحال التي يسبر فيها البحر لكن هذه الطريقة تحوج الى معرفة انفراجات الزوايا وعمل حسابات ونقل هذه الاعمال على الورق وفي هذا من البطئ ما لايخفى بقطع النظر عن انواع الخلل التي يمكن ان تحصل على ان جميع الناس ليسوا متمرنين على هذه القاعدة التي لاتخلو عن صعوبة لاسيما اذا كان المطلوب تعيين اشياء بالنسبة لخطين يتقاطعان تقاطعا عموديا

ثم انه اذا استعملت للسبر عدة قوارب معا واستعمل اكثر من شخصين للعمل على الارض اوعلى مراكب مدومسة مثبتة بالمراسي مجعولة نقط محاط فانه بعد تحصيل الاحتراسات اللازمة يجب ان يكون في كل قارب لون رايته وقائمة مخصوصة

اما العاملان اللذان على الارض او على البحر فيجب عليهما زيادة عن العمل الاعتناء وانتهاز الفرص والاحوال اللائقة بالعمل ان يضعا بجوار كل شعاع بصري زيادة عن نمرته الحرف الموجود فى اول اسم رايته اولونها فبهذه الطريقة يفهمان ان الاشعة البصرية المنمرة بنمرة كذا وبحرف ب مثلا قد حررت على راية لونها البياض وان القارب الذى هى عليه هو الذى توجد فيه قائمة الاسبار وقدر البوع التى يلزم كتابتها فى نقطة تلاقى الاشعة المنمرة بالنمرة المذكورة وبحرف ب ويفهمان كذلك ان القارب الذى يحمل الراية الحمراء هو الذى يؤدى عدد البوع الذى تصح كتابته فى نقطة تقاطع الاشعة المنمرة بنمرته وبحرف ح وان القارب الذى يحمل الراية الخضراء اوالصفراء هو الذى يؤدى عدد البوع التى تكتب فى تقاطع الاشعة البصرية المنمرة بنمرته وبحرف غ او ص

فبجمع الاوراق التى فيها العمليات على حسب ما قررنا يحدث على الورق الوضع المضبوط للمحال المختلفة التى عمل فيها السبر ويتحصل فى تلك المحال المرتبطة فى الاصل بالمحال المختلفة من الساحل عدد البوع الموجود فيها وبهذه المثابة يتوصل الى الأمن فى الملاحة وتعلم رؤساء السفن قبل الوصول باربعة املاق او خمس ما يصادفونه عند القرب من جزيرة اوساحل اومينا وعند البعد عنه وفيما ذكرناه كفاية خصوصا وفى (شكل ٤٠) غنية عن تطويل العبارة لمعرفة ما فى هذه الطريقة من الضبط

وعلى كل حال فالتكرر ذكرانه ينبغى ان يرجع للبحريين واهل الخبرة والتجربة من الملاحين ليحصل بهم الارشاد فى هذه المشروعات التى الغرض منها توسيع التجارة والمساعدة على عظم الملل وفخرهم وحفظ السفن واوسقها

(الباب التاسع)

(فى طريقة تحصيل بيان طرق اقليم بالتحيل وجعل ذلك جدولا مفهوما)

لما

لما كان الغرض ان نذكر فى مؤلفنا هذا كل ما يتعلق بالحرب كما هو موضوعه الاصلى لزمنا ان نذكر هنا طريقة عمل بيان طرق اقليم فنقول

مما يمكن تحصيل بيان طرق اقليم يستعمل استعمالا جيدا فى الحرب اذا كان المراد قيادة جماعة من الجيوش اوصفوف العساكر بالسؤال من اهاليه خصوصا من تكثر اسفاره بذلك الاقليم

ولاجل ان لا يتغيب المسؤلون فى شأن المحل الحقيقى المراد الذهاب اليه يجب ايهامهم مع حسن المداراة بان المراد الاستخبار عن طريق مخالف بالكلية للطريق التى معرفتها ضرورية وطلب استعلامات عن قاعدة طرق يكون الطريق المطلوب من جملتها وينبغى ان يسأل عن هذه الطرق المختلفة عدة مرات ليختبرا خبارا هؤلاء الناس هل هو متناقض لجهل اومكر اما دواء الجهل فظاهر واما دواء المكر فيكون بالتلطف فى السؤال ولين الجانب والثناء على المسئولين اذا اعترفوا بالصواب بعد الغلط وتصديقهم فيما قالوا وايهامهم انهم مكتشفون على سر السائل

ثم تجمع هذه الاستعلامات وتجعل جدولا يدل على هذه الطرق ويكتب عليه اسماء المحال التى تمر بها تلك الطرق على التوالى ويكتب ما بين هذه المحال المختلفة البعد الموجود بين كل محلين مقدرا بساعات الطرق واحسن طريقة فى عمل بيان طرق اقليم ان يجعل ذلك جدولا مفهوما يعلم منه ساعات الطرق لكل طريق والساعات التى تستعمل للصعود والهبوط ومحل تلك المصاعد والمهابط ومسافة قطعها

ومن المعلوم ان مسافة الذهاب من محل الى آخر والرجوع منه واحدة اذا كان بين المحلين المذكورين سهل اما اذا كان بينهما مصاعد ومهابط عظيمة فيتعسر ان تكون هذه المصاعد والمهابط متناسبة بالكلية حتى لا تنقص مسافة الزمن ولا تزيد فى الذهاب والاياب ولنذكر فى الجدول الآتى مثالا نفرض فيه طريقا فى اقليم كثير الجبال وما نذكره لذلك من الشرح يكون فوق المراد فيكون هذا الجدول انموذجا يقاس عليه جداول غيره من الطرق ولنذكر اولا الشرح فنقول

(شرح جدول بيان طريق اقليم)

(١٢٨)

في هذا الجدول يشتمل الطريق على ثلاث صفوف الاول فيه اسماء المحال المجتازة بالذهاب من المبدء الى الختام

الثانى ينقسم الى ثلاثة صفوف اخرى فيكتب فى صفه الذى على اليمين ساعات الطرق التى تقطع فى السهل وفى صفه الاوسط ساعات الطرق التى تكون فى الصعود وفى صفه الذى على اليسار ساعات الطرق التى يلزم قطعها فى الهبوط

والثالث يشتمل على مجموع ساعات الطرق التى يلزم قطعها فى الذهاب من محل الى مجاوره وقد وزعناها على جميع الصفوف المتوالية خانات هذا المجموع التى تقابلها فانه يشاهد مثلا فى الصف الاول ان المقصود الذهاب من ارلو الى بيروت وفى الثانى ان هذا الطريق فى السهل وفى الثالث انه يقطع فى ساعة وثلاثين دقيقة

ولنذكر صورة الجدول المذكور ثم نتم شرحه فنقول

بيان الطريق الموصل من ارلو الى الفار الذى قد عين فيه مقدار الزمن المقطوع فى السهول والمصاعد والمهابط

اسماء المحال	الزمن المقطوع						مجموع الزمن	
	سهول		مصاعد		مهابط			
	ت	ق	ت	ق	ت	ق	ت	ق
من ارلو الى بيزوت	١	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٣٠
من بيزوت الى شبيل نوتردام	٠ ٠	٠٠ ٠٠	٢ ٠	٣٠ ٠٠	٠ ٠	٠٠ ٤٥	٣	١٥
من شبيل نوتردام الى بوتته	٠ ١	٠٠ ٣٠	٠ ٠	٠٠ ٠٠	١ ٠	١٥ ٠٠	٢	٤٥
من بوتته الى ميزون روج	٠ ٠ ٠	٤٥ ٠٠ ٠٠	٠ ٢ ٠	٠٠ ١٥ ٠٠	٠ ٠ ٠	٠٠ ٠٠ ١٥	٣	١٥
من ميزون روج الى تريبل	٠ ٠	٣٠ ٠٠	٠ ٠	٠٠ ٤٥	٠ ٠	٠٠ ٠٠	١	١٥
من تريبل الى غابة اونس	٢ ٠ ٠ ٠	١٥ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠ ٠ ٠ ٠	٠٠ ٤٥ ٠٠ ٣٠	٠ ٠ ٠ ٠	٠٠ ٠٠ ٣٠ ٠٠	٤	٠٠
من غابة اونس الى ايوى	١ ٠ ٠ ٠ ٠	١٥ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٣٠	٠ ٠ ٠ ١ ٠	٠٠ ٤٥ ٠٠ ٣٠ ٠٠	٠ ٠ ٠ ٠ ٠	٠٠ ٠٠ ٣٠ ٠٠ ٠٠	٤	٣٠
من ايوى الى هرميناج	٠ ٠	٠٠ ٣٠	١ ٠	١٥ ٠٠	٠ ٠	٠٠ ٠٠	١	٤٥
من هرميناج الى كباريت	٠ ٠ ١	٠٠ ٠٠ ١٥	٠ ١ ٠	٠٠ ١٥ ٠٠	٠ ٠ ٠	٤٥ ٠٠ ٠٠	٣	١٥
من كباريت الى الفار	٠ ١ ٠ ٠	٠٠ ٣٠ ٠٠ ٠٠	٠ ٠ ٠ ١	٤٥ ٠٠ ٠٠ ١٥	٠ ٠ ١ ٠	٠٠ ٠٠ ١٥ ٠٠	٤	٤٥
حواصل	١١	٣٠	١٣	٣٠	٥	١٥	٣٠	١٥

فقد ظهر انه يلزم للذهاب من ارلو الى الفار ٣٠ ساعة و ١٥ دقيقه وتفصيل ذلك ان ١١ ساعة و ٣٠ دقيقة قطعت فى السهول و ١٣ ساعه و ٣٠ دقيقة قطعت فى المصاعد و ٥ ساعات و ١٥ دقيقه فى المهابط

بيان الرجوع من القار الى ارلو وقد عين فيه كذلك الزمن المستعمل لقطع السهول والمصاعد والمهابط

اسماء المحال	سهول ت	سهول ق	مصاعد ت	مصاعد ق	مهابط ت	مهابط ق	مجموع الزمن ت	مجموع الزمن ق
من القار الى كباريت . . .	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٠٠	٤	٣٠
	٠	٠٠	١	٣٠	٠	٠٠		
	١	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠		
	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	٣٠		
من كباريت الى هرميتاج . .	١	١٥	٠	٠٠	٠	٠٠	٣	٣٠
	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٠٠		
	٠	٠٠	١	١٥	٠	٠٠		
من هرميتاج الى ايوى . .	٠	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠	١	١٥
	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	٤٥		
من ايوى الى غابة اونس . . .	٠	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠	٤	٠٠
	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٠٠		
	٠	٠٠	٠	٤٥	٠	٠٠		
	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	٣٠		
	١	١٥	٠	٠٠	٠	٠٠		
من غابة اونس الى تريبل . .	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	١٥	٣	٤٥
	٠	٠٠	٠	٤٥	٠	٠٠		
	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	٣٠		
	٢	١٥	٠	٠٠	٠	٠٠		
من تريبل الى ميزون روج . .	٠	٠٠	٠	٠٠	٠	٤٥	١	١٥
	٠	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠		
من ميزون روج الى بونته . .	٠	٠٠	٠	٣٠	٠	٠٠	٣	١٥
	٠	٠٠	٠	٠٠	٢	٠٠		
	٠	٤٥	٠	٠٠	٠	٠٠		
من بونته الى شابيل نوتردام . .	١	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠	٣	٠٠
	٠	٠٠	١	٣٠	٠	٣٠		
من شابيل نوتردام الى بيزوت . .	٠	٠٠	١	١٥	٠	٠٠	٣	٠٠
	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٤٥		
من بيزوت الى ارلو . . .	١	٣٠	٠	٠٠	٠	٠٠	١	٣٠
حواصل	١١	٣٠	٧	٣٠	١٠	٠٠	٢٩	٠٠

فقد ظهر انه لم يلزم للرجوع من القار الى ارلو الا ٢٩ ساعة وتفصيلها ان ١١ ساعة و ٣٠ دقيقة لقطع السهول و ٧ ساعات و ٣٠ دقيقه للمصاعد و ١٠ ساعات للمهابط

فيشاهد

فيشاهد بين بيزوت وشابيل نوتردام في الصف الثاني انه يلزم اولا المشى ٢ ساعتين و ٣٠ دقيقه صعودا وفي الهبوط ٤٥ دقيقه لاجل الوصول الى شابيل نوتردام وفي الخانة الثالثة ان المسافة كلها قد قطعت في ٣ ساعات و ١٥ دقيقة

ويشاهد بين غابة اونس و ايوى في الصف الثاني انه لزم اولا ١ ساعة و ١٥ دقيقة استوآء ثم ٤٥ دقيقة صعودا ثم ٣٠ دقيقة هبوطا ثم ساعة ١ و ٣٨ دقيقة صعودا ثم ٣٠ دقيقة استوآء للوصول الى ايوى فالصف الثالث يدل على ان البعد جميعه بين غابة اونس و ايوى قطع في ٤ ساعات و ٣٠ دقيقة

ومجموع ساعات مشى الطريق الذى بين ارلو والفار موضوع تحت الصف الاول وتحت كل خانة من الصف الثانى حاصل ساعات المشى التى تقطع استواء والتى تقطع صعودا والتى تقطع هبوطا والصف الثالث يدل على مجموع الزمن

ولا يصعب ان يفهم ان زمن المسير من ارلو الى الفار يمكن ان لا يكون مساويا للزمن المشى من الفار الى ارلو بسبب عدم تساوى الارض المفروض بين الفار و ارلو ولادراك ذلك بغاية السهولة وضعنا بعد جدول الطريق الموصل من ارلو الى الفار جدولا آخر للطريق الموصل من الفار الى ارلو بعين الكيفية المذكورة الا ان فيه المعالم مختلفة ولا بد ان يحصل هذا اذا كانت كمية الصعود مثلا في الذهاب من ارلو الى الفار اكبر منها في الذهاب من الفار الى ارلو وبالعكس وغاية ما يقال ان الطريق الموصل من الفار الى ارلو عين الطريق الموصل من ارلو الى الفار مأخوذا معكوسا ولا حاجة لزيادة الايضاح

(في رسم طرق اقليم وفي ترتيب مشى الجيوش فيها)

(١٢٩)

من الواجب على المهندس ان يرسم الاقليم الذى يمر به الجيش وان يبين طرق

مشيه على الارض بسيره امام صف الجيوش مرشد الهم فى المحال المختلفة التى تتعاقب على طريقهم ومبينا لهم المصاعد والمهابط التى يصادفونها والغابات والمضايق والانهر والجداول والبحيرات والقناطر والجسور ومعرفا لهم طبيعة الاراضى التى يمر بها هذا الصف ومن الواجب ايضا ان يضم لرسم الصف اسماء الجيوش التى يتركب منها هذا الصف فيضع ذلك على خرطته بان يكتبها على حسب ترتيبهم فى المشى فان كان مقياس شغله صغيرا جدا بحيث لا يوجد بين معسكرين متتابعين من المسافة ما يكفى لذكر اسماء كل ما يتركب منه الصف من الجيوش لكونه كثير العدية او كان لا يمكنه ان يتجنب كون ذلك يوقعه فى الخلط فاحسن الطرق ان يقتصر على بيان ذلك فى قائمة

(الباب العاشر)

فى ملحوظات المهندس الانجليزى دالرمبل فى شان الارصاد المصنوعة فى البحر بواسطة الاوكتان او البوصلة

(١٣٠)

قد استبان بالتجربة ان الاخذ بالبوصلة لا يكفى فى عمل رسم مضبوط فقد راى المعلم المذكور فى اغلب الاوقات فرقا يزيد عن ٣ درجات لا بين عدة بصلات فقط بل فى بوصلة واحدة فى اوقات مختلفة ولم يستكشف الى الآن سبب ذلك لكن قال جمع ممن رصد ذلك ان ذلك انما هو ناشئ من حالة الهواء ولا سبب له غير ذلك

اما دالرمبل فلا يقول بمنع استعمال البوصلة رأسا فقد يتفق ان الارصاد المصنوعة بها قد تتوافق مع غاية الضبط لكن اذا كان البحر هائجا صعب ان يعمل بمساعدة اعمال لانه يحتاج لزمن كثير لتحقق انها على وضعها الافقى فاستعمالها بقطع النظر عن المضار الاخرى يترتب عليه التطويل فى الزمن وفى مدة هذا الزمن تتغير اوضاع الاراضى بعضها بالنسبة لبعض ولا تنطبق الزوايا على مسودة الصورة بل تكون كما لو قيست فى محال مختلفة وسق المركب

وقلعها

وقاعها عنها زيادة على ذلك من ان توضع الآلة فى اليق محل
فالوكان هادلى احسن من البوصلة لسهولة استعماله ولضبط قياس الزوايا به
فلاجل ايجاد العرض به يضبط رأسيا وتزلق عضادته الى الامام الى ان تمس صورة
الشمس المرئية بالانعكاس الجزء المرئى بالاستقامة من الافق ولاجل قياس
الزوايا يوضع الاوكتان وضعا افقيا ويطبق الشئ المرئى بالانعكاس على الشئ
المرئى بالاستقامة وذلك بتقديم العضادة

واذا امكن الاعتماد على البوصلة كان للعمل بها مزية على قياس الزوايا بالاوكتان
وذلك لان اعمالها حيث كانت زوايا خط الشمال المغناطيسى يسهل نقلها على
الورق بحسب خط نصف نهار الخرطة فالنفرض مثلا ان اخذ محل ا بحسب
محطة مجهولة كان على ٢٠ درجة فى جهة الشمال الشرقى وان اخذ محل
ب على ٢٠ درجة فى الشمال الغربى فبطرح الزاويتين المقلوبتين اللتين
هما ٢٠ درجة فى جهة الجنوب الشرقى من محل ا و ٢٠ درجة
فى جهة الجنوب الغربى من محل ب تكون نقطة التقاطع هى المحطة وحيث
انه لم يوجد الاشيان يكون استكشاف المحطة متعسرا بواسطة آلة اخرى لان
ماعدى البوصلة من الآلات يستلزم ثلاث نقط لتعيين المحطة نعم يمكن اعتبار
خط شمال البوصلة نقطة ثالثة

وجميع الاعمال المصنوعة بالبوصلة عرضة لاشكالات عظيمة فانها اذا كانت
موضوعة فى قارب صغير يوجد لها ضرران الاول ان الحركة تمنع دائما من
الاخذ مع الضبط الثانى ان الاعمال المستلزمة لغاية التدقيق فى الضبط تتعطل
بعطل ينشأ من اعماق البغازات فالمناسب حينئذ ايثار قارب مدومس
ويمكن فى هذه الحالة ان تحل جميع المشكلات بالاوكتان وذلك انه اذا عرفت
اوضاع كل من النقط الثلاث بالنسبة للاخرى فلا فائدة للبوصلة واذا لم توجد
النقط الثلاث اللازمة امكن بواسطة اشارة يتفق عليها من يشتغل بالارصاد
تعيين مكان هذا القارب بالنسبة للسفينة ويؤخذ فيما بعد عكس تلك الزاوية
فيحدث وضع السفينة بالنسبة للقارب وباخذ عكس هذه الزوايا يحدث وضع

السفينة بالنسبة الى القارب ومن هنا يمكن اعتبار المركب نقطة فيحدث بهذه الطريقة عدة اشياء كافية فى بيان الزوايا التى تقاس بسهولة وبضبط عما لو كان العمل بالبوصلة

والزوايا التى بين الاشياء القليلة التباعد لا تتحقق بالبوصلة بسبب اهتزازات المركب فان هذه الاهتزازات تغير اوضاع الاشياء المتقاربة جدا بالنسبة لبعضها فينبغى حينئذ اختيار الاعمال المصنوعة فى القوارب ذوات المراسى لقلة اعتبار العيوب حينئذ بل ربما كادت ان تخفى اذا اختير الاوكان عن البوصلة

وقد قيل ان بوصلة المعلم وريجت المائية تبقى على وضعها فى قارب وذكر المعلم دالرمبل ان هنديين احدهما من مانيلة فى جزيرة لوسون والآخر من سياكو ببلاد يابونيا اخبراه انهما استعملا بدل بوصلتنا ابرة مغناطيسية طولها ستة اصابع بل ابلغ معلقة بدبوس فى اناء من صينى ممتلى بماء وفى هذا الاناء خطان متقاطعان لبيان الرياح الاربعة الاصلية وكانا يعتمدان فى بقية التقسيم على مهارة المستعملين وبمقتضى هذا الاخبار اراد المعلم دالرمبل ان يجرب حالا كيف تقيم الابرة المغناطيسية فى الماء فنجحت التجربة كمال النجاح ولا يشك اصلا فى انها توصل فى صناعة الملاحة الى نتايج موفية بالمراد

وقد سبق انه لا آلة اسهل من الاوكان فى قياس الزوايا فقد استعمل فيها وهو فى طرف الصارى بسهولة مساوية لسهولة استعماله على مستوى الارض بخلافه مع البوصلة فليست كافية فى تعيينها ومعلوم ان خفيف الخلل فى تعيين شئ بعيد يحدث به خلل عظيم جدا فى وضعه ثم ان كيفية وصف الاعماق المضبوط الوضع وصورتها ان تقاس الزوايا سواء كان ذلك على اكمة او على صارى المركب او على تل

والاوكان وان كان بين الابعاد بواسطة زاوية انخفاض الافق لا يؤدى مع ذلك الى شئ معلوم فى تعيين وضع المحال ويمكن نيل ذلك باستعمال ربع دائرة المساح لان ميزان الافق فيها يبين خطا موازيا لمستوى البحر فيه السمت على زاوية قائمة

فتقطع زاوية انخفاض الافق عن الاشياء الاخرى خط مستوى البحر على ابعاد هذه الاشياء المذكورة ويكون الارتفاع الرأسي للمحل الذى عملت فيه الارصاد هو مقياس هذه الابعاد وبين هذا الارتفاع بواسطة البارومتر ولم يستعمل المهندس دالرمبل هذه الطريقة لكنه تكلم عليها لظنه ان فى استعمالها مزية فقال ينبغى لذلك ان تستصحب خرطة مع دائرة مدرجة قطرها منقسم الى اجزآء متساوية تستعمل لتبيين الحال الموجودة فيها الاشياء وتستعمل الخرطة المذكورة ايضا لتعيين امتداد الاشياء على حسب زواياها وابعادها لان البصر قد يخطئ غالبا بفرض ان الامتدادات اكبر مما يظهر من الزاوية خصوصا امتداد ما بين الصخور

فان استعمل ربع الدآئرة فى قياس الزوايا بدل الاوكتان لزم تغير خط الرسم بادامة قياس الزوايا حول الدآئرة بتمامها حيث ان الربع المذكور لا يزيد فى القياس عن ٩٠ درجة لانه اذا لم يكن مجموع الزوايا مساويا بمجموع ٣٦٠ درجة فلا بد وان يكون حصل خلل فى بعض زوايا الاشياء التى استعملت لاجل خط الرصد

فينبغى الاهتمام بان لا يستعمل لخط الرصد شئ قريب اوغرض منخفض لان فرق الانكسار الناشئ من الهوآء او ارتفاع السفينة وهبوطها الناشئين عن المد والجذر اوعن حركة البحر تغير مكان الغرض المنخفض فيحصل الخلط والاختلال فى جميع الزوايا اللازم رصدها لكونها قيست بخط متحرك فاحسن ما يستعمل لخط الرصد من الاشياء جبل او ربوة اوغير ذلك من الاشياء الظاهرة التى تكون منكشفة على بعد بحيث تشاهد فى كل وقت

وبعد ان تكلم دالرمبل على ربع الدآئرة ذكر عدة اعمال لها وقع عظيم فى العمليات المتعلقة بانشاء الخرط البحرية فقال

الاغلب انه لا يسهل اخذ قاعدة طويلة على الارض طولا كافيا لانشاء

الخرطة لكنه يمكن فى الحقيقة انشاء خرطة مضبوطة ضبطا كافيا بواسطة سلسلة مثلثات تحسب على مقتضى قاعدة قصيرة وهذه الطريقة التى يمكن استعمالها ايضا فى البحر احسن جميع الاعمال التى تعمل على حافة السفينة ومع ذلك فلا تخلو عن مضار اذا كان الساحل منخفضا او مستديرا بل يتعسر اجراؤها اذا كان الساحل خاليا عن الاشياء الظاهرة اما السواحل المشتملة على الصخور والتلال والجبال او التى بجذائها كثير من الجزائر فلاشئ اسهل منها فى اخذ القواعد وهنالك طريقة مفيدة جدا لاخذ صورة مجرى نهر خصوصا فى المحال التى يخشى فيها ان ينشأ عن الاعمال بعض تحيرات وهى ان يستعمل جنزير طوله المعلوم هو القاعدة وبطريقة كالطريقة المذكورة تعين كتل الرمال الكائنة فى الجريان برمى هلب فى نهاية الكتلة ثم يرخى حبله الى ان يصل القارب الى الطرف الاخر

واحسن واسطة فى قياس الابعاد البحرية الصوت فقد استبان بالتجربات المضبوطة ان الصوت يقطع فى الثانية ١٧٣ توازا اعنى ٣٣٧ ميترا فعلى هذا اذا صنع بندول من قطعة من رصاص مربوطة بخيط طوله تسعة اصابع وخطان وثمن اعنى ٢٤٨ جزءا من الف جزء من ميتر فكل هزة تساوى ٨٩ توازا و ٥ اقدام اى ١٧٥ ميترا ويضرب هذا العدد فى عدد الهزات من ابتداء ابصار ضوء المدفع الى الوقت الذى سمع فيه الصوت يحدث قدر البعد ومن الواجب علينا ان ننبه على ان هذه الطريقة لا تفيد الضبط الكافى فى قياس الابعاد القصيرة وانما تستعمل مع النجاح التام فى قياس قاعدة بين شيئين بان يؤخذ فيهما زاوية كل بالنسبة للاخرى فى وقت واحد وهاتان الزاويتان يعينان وضعيهما مع الضبط التام ثم يمكن تحقيق تلك القاعدة بعد ذلك بضرب مدافع من كل سفينة ومقابلة مقادير الابعاد المحسوبة فى كل منهما

(تنبيه)

(يتعلق بانتشار الصوت)

معرفة انتشار الصوت الضرورية فى عدة احوال لاسيما ما تكلم عليه المهندس
دالرمبل هنا قد استحقت من منذ زمن طويل نظر الطبيعيين وتأملهم وكانت
قد حصلت عدة تجاريب فى هذا المقام من بعض العلماء مثل فلامستد وهالى
ودرهام وغيرهم واستنتجوا ان الصوت يقطع فى ثانية نحو ١٨٠
نوازا لكن هذه التجربات كانت غير قطعية واغلبهم استنتج نتايج مختلفة وجميعهم
تقريبا اجروا العملية فى ابعاد قصيرة لا تفيد الصحة ولا الضبط المطلوب
وفى سنة ١٧٣٨ مسيحية شرعت اكدمة العلوم بباريس اى شوراء العلوم
ان تزيل الشك فى شأن هذه المادة المهمة فانتخبت بعد امقداره ١٤٦٣٦
نوازا وهو البعد المحصور بين هرم مونت مارتره وبرج مونتليرى والذى
تكفل باجرآء هذه التجربة كاسينى و مارلدى و دلكاى
والتجربة المذكورة التى استؤمن عليها هؤلاء العلماء المشاهير فاجروها مع
الاحتراس التام نتج منها نتايج
الاولى ان الصوت يقطع فى مسافة ثانية ١٧٣ نوازا مع الانتظام لا
١٨٠ كما كان يظن قبل ذلك وهذه النتيجة دائما متحدة ليلا ونهارا سوآء
كان الزمن مصحبا اولا كان الوقت حارا او باردا ومن هذا نتج ان الهوآء وحده
هو مكيف الصوت ولا شئ من الضوء والحرارة والابخرة المنتشرة فى كرة الهوآء
يؤثر بكيفية ما فى انتقال الصوت
الثانية ان الريح لا يضعف سرعة الصوت اذا كان اتجاهه عموديا على اتجاه
الصوت فالصوت ينتشر فى هذه الحالة كانتشاره فى وقت الهدء التام
الثالثة ان الريح اذا كان متجها باتجاه الصوت تضم سرعته الى سرعة الصوت
فعلى ذلك يقطع الصوت عند موافقته له ١٧٣ نوازا زآئدة سرعة الريح
فان كان الريح مخالفا له حصل العكس
فقد استبان من هذه التجربات ان اوفق زمن لجعل القاعدة فى البحر زمن الهدء
وانه يلزم انتخاب ابعاد عظيمة بقدر مضى ٥ ثوان او ٦ بين وقت ابصار

الضوء ووقت سماع ضربة المدفع فاذا ترتبت هذه القاعدة بسفينتين او سفينة
واحدة وفلوكتها بعد توقيفهما بالمرسى وتحقيقهما بإشارات تكررمن الجانبين
تؤخذ الزوايا بين الاشياء الكائنة على الارض المتفق عليها فاذا قيست الزاوية
الكائنة بين كل شئ وبين السفينة وكانت هذه السفينة وقع فيها ما وقع في تلك
لزم ان تحصل سلسلة مثلثات معلوم في كل منهما زاويتان وضلع
وبذلك يسهل ايجاد حساب الباقي فقد شوهد بواسطة
هذه الطريقة البسيطة ان لا شئ اسهل من
عمل الخرطات المضبوطة كل الضبط
لجميع السواحل وجميع الاخطار
التي توجد حواليها فان هذه
اهم شئ يعمله
البحريون لنفع
الملاحة

ع

(الجزء الثالث)

(في طريقة انشاء الخرط العسكرية)

نذكر في هذا الجزء طريقة رسم صورة معسكر وصورة صفوف العساكر وغير ذلك من الاستحكامات الوقتية وصورة خندق ومدينة وغير ذلك من الاستحكامات الدائمة

(الباب الاول)

(في تفصيل اشياء يجب ادخالها في الخرط العسكرية)

(١٣٢)

الخرطة العسكرية خرطة مخصوصة لاقليم او جزء منه او حدوده او ما اكتنف بحصن او محطة او غير ذلك يبين عليها كل ما اهمت معرفته للعزم على حرب واجرائه فينبغي ان يشاهد عليها الطرق التي يمكن ان تقطعها العساكر والمحال التي يصح ان تعسكر فيها والمنازل التي تنزل بها والمضايق وطولها والنهيرات والجداول وعرضها وعمقها ومخاضاتها وطبيعة مقارها وارتفاع شواطئها والقناطر والمعابر والطواحين المائية والخلجان والبرك والقرى والكفور والقصور والوسايا وغير ذلك من المحال التي يستحسن النزول فيها وكذلك الجبال وارتفاعها ومنحدراتها وهيئة ارتفاع رؤسها والاودية ومجاري السيول وعرضها وعمقها والمناحر والغيطان المزروعة والغابات والبحيرات وطبيعة السهول واقطار المراعي وبعد كل محل عن غيره وعدد البيوت والاصطبلات في كل محل والاراضي المختلفة وجنس كل منها وغير ذلك واذا وجد في الخرطة جزء من البحر لزم تعيين حقيقة الساحل ورواسب المد والجذر من البحر والماء الراكد وغيره ومسابر الجون والخلجان والمراسي واخطار كل شيء من ذلك والطوابي على اختلافها الموضوعة للذب عن الموارد والمعابر والتحاصين والمتاريس المجعولة في الاجزاء

التى يمكن ان يهجم منها العدو وكذلك المعسكرات والمنازل التى تستر العمارات الاصلية وداخل الاقليم وغيرذلك من التفاصيل التى يمكن ادخالها فى خرطة عسكرية ويسهل ادراكها بواسطة قائمة ولكن يندر من فيه قابلية لذلك من الناس مع انه من اهم الامور اللازمة لتنظيم واجرآء عمليات الحرب فلا يمكن تحصيل ناس كثيرين لاجل هذا الجزء المهم

ثم ان استعمال الخرط العسكرية كان معلوما عند المتقدمين فان المؤرخ ويجيسه لم يتركنا نشك فى هذا الشان حيث قال يجب على قايد العساكر ان يستصحب جداول مضبوطة مشتملة على ابعاد المحال مقدرة بعدد الخطاوى وعلى جنس الطرق والمسالك القصيرة المسافة والمساكن التى توجد فيها اوالجبال والانهر انتهى كلامه وقد قيل ان بعض حذاق قواد العساكر لم يكتفوا بهذه الاعلامات اليسيرة فكانوا يرسمون صور ميادين الحرب لاجل تعيين سيرهم فى صورة المحال ذاتها مع غاية الامن ولا ندرى هل كانت هذه الصور فى درجة الكمال كخرطنا الطبوغرافية التى نرسمها الآن وعلى كل حال فلا بد وان تحصل منها غاية السهولة لقواد العساكر فى اجرآء اعمالهم

وقد تحصل عندنا الآن عدة من الخرط المفيدة جزما لضابط يؤمر بعمل كشف عسكرى فى اقليم او يشرع فى ذلك لمجرد تعلمه وان لم تشتمل على جميع التفاصيل الضرورية

ولما كان اغلب هذه الخرط مرسوما على حسب القواعد الهندسية يصح الاستعانة به على انشاء الخرط العسكرية باستخراجها من الحروب التى تكون قد عملت فى البلاد المصورة فيها من قبل فترسم اجزآء الاقليم اللازم اجرآء الكشف فيه بمقياس اعظم من مقياس الخرط وذلك بالبحث عن المحال المرتفعة لاجل التمكن من استكشاف الارض تمكنا تاما وبالسؤال من اهل الريف وبقطع الاقليم من كل جهة سيرا او بمباشرة جميع الاشياء المحتاجة للمباشرة

وفى صورة ما اذا لم توجد خرط مخصوصة اولم يوجد زمن يسع رسمها اولم تهج الاحوال ذلك يستعان بالخرط العامة فتؤخذ منها الاوضاع التى يظهر انها جيدة

التعيين وترسم نقطها الاصلية على اوراق متفرقة وتعمل خرطة بالنظر تصحب بدفتر ويجب على كل ضابط من رجال العساكر ان يعرف هذه الطريقة التي ليس هناك اهم منها خصوصا في الحرب

(معارف لازمة لانشاء خرطة عسكرية مع الضبط التام)

(١٣٣)

معرفة الاقليم معرفة عامة قد تكفي في الوقوف على مزايا الاوضاع الاصلية التي تظهر فيه للجيوش ولاجل تعيين المحال التي تعين اعانة تامة على اجراء المقاصد لكن اذا كان المطلوب اجراء عمليات متتابعة وفتح مماشي وانزال معسكرات وامن مراسلات وغير ذلك من الاشياء التابعة لطبيعة الاراضي يتوصل الى توضيح هذه الحركات بالخرط العسكرية فترسم هذه الخرط مع تفصيل كثير او قليل على حسب ما يسعه الوقت. وتقتضيه وقايع الاحوال فاذا اريد مثلا في وقت الصلح ان ترسم حدود مملكة اوجزء من ساحل للبحث عن طرق الذب التي تظهر من طبيعة المحل المخصوصة لكي يجري ذلك في وقت الحاجة فمن البديهي ان هذا الشغل يلزم ان يجري مع كل ما امكن من التفصيل ومع ادق الضبط اما اذا كان المراد اظهار حالة اقليم في وقت ازدحام الحرب امام ابصار الاعداء لكي تجري فيه حركات جيوش عديدة وتسير وتدخل فيه او تنتظم بابه في معسكر او في منازل عسكرية فلا يمكن تأدية هذا الغرض المهم الا بواسطة خرطة ترسم بالنظر مع غاية السرعة وتصحب بدفتر يدل على الاشياء التي لا يمكن بيانها بمجرد الرسم وهذا ما يسمى الكشف العسكري وبمجرد طريقة اجرائه يتبين نشاط الضابط الموكل به وفطانته فاذا كان فيه مزية سلامة الذوق وحسن التمييز للايضاحات المخصوصة التي تطلبها ضرورة الوقت يحذر كل الحذر من ان يكثر من التفاصيل التي لا فائدة فيها للاعانة على الغرض المقصود بل يتحرى في استعمال الزمن لذلك على قدر الامكان فعلى حسب كثرة تجربته وقلتها يعلم اهمية مقاصد قايد العساكر فلا يجعل اهميته في شغله الا للاشياء الضرورية المعرفة .

وينتج مما ذكرنا ان الخرط العسكرية نوعان احدهما ما يرسم على حسب القواعد الهندسية بمساعدة الآلات الرياضية المستعملة فى ذلك والثانى ما يرسم بمجرد النظر وهذا ما يسمى الكشف العسكرى حقيقة ويمكن ان يعتبر بين هذين النوعين نوع ثالث يقرب من كل منهما كثيرا او قليلا كامثال ذلك خرطة تحسب نقطها الاصلية بواسطة البلنشيطة على حسب قاعدة مقاسة مع الضبط ثم تعمل تفاصيلها بمجرد النظر وهذه الانواع المختلفة من الصور الطبغرافية تشترك فى انه ينبغى فى جميعها غاية السهولة ممن يشتغل بها فى رسم الارض وهذا انما يكتسب من الاستعمال

وكل ضابط معد لمثل هذا الشغل يجب عليه ان يضم لمعارفه المخصوصة التى يقتضيها الشغل المذكور نظريات حربية متسعة لكى يتيسر له تطبيق تلك المعارف وابرفعها الدرجة نفعها وكلما فهم سر اغراض قائد العسكر الحقيقية كانت عملياته كثيرة الجدوى والفائدة للمشروعات التى يشرع فيها وعليه ان يضم لتصاويره المصنوعة مع كثير من السرعة او قليل منها ملحوظات ظاهرة توضح ما لم يمكنه توضيحه بالرسم وما يذكره بمجرد المشافهة من الاعلامات يتم الجواب المنتظر منه اما من لا يعرف غير تصوير الارض فانما هو فاعل عملى لا يسئل الا فى تصاويره ومن ليس فى قدرته الا فن ترتيب الدفتر لا ينتظر منه الا مجرد تفاصيل منفردة يستفاد منها مع الصعوبة صورة واضحة لمجموع الاقليم فيجب بالضرورة الجمع بين هذين الوصفين لامكان التوفية بعمل كشف عسكرى مع النجاح التام

وعادة الحكم على الارض بطريقة عسكرية تكون ثمرة عدة تفكرات ناشئة من عدة علوم فيلزم ان يكون الحاكم مهندسا وبهذه الصفة يقدر امتدادها وان يكون حربيا وبهذه الصفة يجرى فيها حركات الجيوش على حسب ما يظهر فيها من الكيفيات وان يكون ميكانيكيا وبهذه الصفة يتيسر له الحكم بامكان قطع الموانع المعطلة لجيشه واحداث موانع تمنع العدو من اجراء حركاته

ونظرية الاستحكامات وعلم الطبجية وامتحان المراكز المختلفة من الاوضاع

والحركات التى تتكيف بها الجيوش وتمييزنسبتها هجوما وذباوترتيب الاسلحة والحركات ووقايع الاحوال هو ما يجب اتقانه لاجل معرفة المساعدة التى يمكن نيلها من الارض بطريقة مأمونة سريعة

وفى مؤلفات اجزينوفون و بوليبس و قيصر و ويجيسه و سكسه و بويزيفور و فولارد و فوكيره وغيرهم من المتأخرين الحاذين حذوهم من المعارف ما يكفى من يريد ان يكتسب المعارف العسكرية ومهارة الانسان مع تولعه بها باعظم المصالح تظهر اصل هذه الحيل وثمراتها وبضمه اياها الى الطبيعة بالكيفية التى يعرفها حق المعرفة تزداد قواه ورشاد عقله يكون بالتجاريب الحاصلة فى الازمان فيستولى بدون مشقة على الحقايق التى لاتستكشف بالعمل اصلا او تشترى بانواع خطر لانهاية لها

ولا يصح ان يستنتج مما ذكرنا ان فن تبيين حالة اقليم يستلزم غاية التدقيق فى الاعتناء بعمل تفاصيل جميع اجزاء الحرب بل يكفى الاعتناء بها على حسب الحاجة فلا يبالغ او يختصر الا فى الغرض الاصلى الباعث على المطلوب

ولا يلزم الاشتغال اصالة بمجرد ترتيب الاسلحة ولا بتفريق شراذم صغيرة من الجيوش فى جميع الجهات الموجودة بل الواجب الاشتغال باعظم التحيلات الحربية وبصنعة تنظيم الجيوش وتكييف حركاتها بحيث يستعان على الثمرة المطلوبة ويجب وجوبا اكيدا اجتناب اتباع المذاهب التى تجعل جميع الاراضى تحت تصرف قواعدها وتراتيبها المخصوصة وانما يلزم معرفة قيمة كل رتبة من حركة او وضع على حسب مضارها ومزاياها بالنسبة لها او بالنسبة لغيرها فيتوصل الى التحقق من ان درجة الكمال التى تنسب للحركة او الوضع ناشئة عن الوقت وعن المحل او عن اشياء اخرى لانهاية لها وانما تدرك ادراكا صحيحا من كثرة معرفة الاستعمال ومن الضرورى اتقان الكيفيات المختلفة لضم الصفوف وتفريقها وتركيب الالايات والارط خيالة وقرابة وغير ذلك وامتداد الجيوش فى وقت الحرب فانه انما يتعود على رسم صور مضبوطة

معقولة لعمليات الجيوش بواسطة التدرب على تصوير حركاتهم المختلفة على الورق

والاغراض المرشدة لعمل الدفاتر التى تضم الى الكشوفات العسكرية دائما واحدة سوآء كان الاشتغال بتلك الكشوفات فى مدة الحرب او الصلح فيفرض فى وقت الصلح كما يوجد اذا اجتمعت العساكر ثم يستنتج من ذلك الغرض جميع الحيل التى يمكن ان توجد فى كل محل ولنشتغل الآن بذكر التفاصيل القابلة لجميع الاوقات والتى يوجد فيها ما يليق بكل حال بالخصوص فنقول

المياه والجبال دائما هى الاشياء التى تمنع بالطبيعة من الهجوم وتعين على الذب فالحيلة التى تؤثر كثيرا او قليلا فى هذين المانعين تتصرف تصرفا مطلقا فيما سواهما

فالوسائط التى توجد بجبال البة والبرنات مثلا معينة على الأمن فى الاقامة بها مغايرة بالكلية للوسائط الموجودة بسهول فلاندرة المتسعة فانه يوجد من تلك الجبال سلاسل حادة تكوّن اسوارا حصينة لا يمكن الوصول منها والمحال التى يمكن الوصول منها يمكن الذب عنها بقليل من العساكر واما السهول فان النهيرات والخلجان فيها هى الموانع الاصلية بها التى تجعلها الجيوش بينها وبين الاعداء فلاجل منع المرور بها يجب على الجيوش ان تحسب اوضاعها وحركاتها على امتداد الجهة التى تلزم المحامات عنها وعلى عمق مجاريها وعرض شواطئها وارتفاعها وعلى عمق الزرابى والغابات المجاورة لها وعلى المكريات والحيل التى يمكن ان تستعمل لاجل تحويل العدوّ عن قصده

وهاتان الكيفيتان فى عمل الحرب متغايرتان بالكلية الا انهما متحدتا الاصل فيجتمعان كثيرا او قليلا فى صناعة الاستحكامات للذب عن جميع البلاد

فقد ثبت ان اجراء مجموع ما من الحركات انما ينشأ عن معرفة المحال التى يجرى عليها العمل معرفة تامة ويجب على المأمور بالكشف ان يضم لخرطته قائمة يتكلم فيها على الوقايع المحلية ككل ما يتعلق بالجبال والسهول والنهيرات والجداول والطرق والمدن والقصور والطواحين وغير ذلك ويذكر فيها ايضا الوسائط المختلفة

التي يمكن التوصل بها الزيادة الفائدة الممكن تحصيلها من اوضاعها اونقص المضار الناشئة عنها

وتقسم هذه القائمة الى ابواب بقدر ما يوجد من انواع الاشياء الممتاز بها من ذلك الاقليم ويبتدء فيها بذكر المعسكرات التي يمكن ان تنزل بها الجيوش مع تبيين جميع ما يوجد فيها من الفوائد من كل جنس ويتمم بذكر المأونات وغير ذلك من الامدادات التي يمكن استخراجها من الاقليم الموصوف

وحيث كانت الاراضى التي يلزم الكشف فيها بالطريقة العسكرية فى مدة الصلح دآئما على السواحل او على حدود الممالك فى التحصين الاول والثانى يمكن ان يفرض بعد تمام القائمة المحلية فرض بعض مشروعات من طرف الاعدآء على المحال التي تكون عرضة لهجومهم ويبين حينئذ جميع ما يظهر فى الاقليم من الموانع ويتتبع ما يجبج به العدو لكى يعارض فى كل خطوة بموانع جديدة وهذه الطريقة التي ترى جميع اجزآء الصورة كانها متحركة تظهر مزية التفاصيل وتجمل جميع ما قيل فى شأن كل شئ على حدته باوضح كيفية ولنذكر كيفية ما يكتب فى شأن كل شئ بالخصوص فنقول

(فى الجبال)

(١٣٤)

عند الكلام على الجبال تميز السلاسل الاصلية التي تكون كالسور للاقليم والفروع المختلفة التي تمنع الخروج منها او تعين على ذلك وتعرف الارتفاعات المنسوبة لجميع اجزآئها وتذكر الصخور والغابات والاودية التي تشاهد فيها ومن حيث انه يوجد فى ابتدآء الاودية مداخل تسهل الوصول من الجبال يلزم الاعتناء بذكر تفاصيلها ذكرا تاما وتبيين جميع ما يعين على الذب عنها فان كانت سلسلة الجبال المراد وصفها متسعة بحيث تحتاج لرسم صورة محاماة تبين كيفية نزول العسكر بها وكيفية اختلاطاتهم والمحال التي يمكن ان تعمل بها اتلافات والمحال التي توضع عليها حصون والطرق التي يلزم اتلافها وتذكر على العموم جميع الوسائط التي يتحصن بها مع الأمن

وانتخاب الاوضاع فى الجبال يستدعى غاية التأمل العسكرى فان ادنى خطأ قد لا يمكن تداركه اذا كان العدوّ من اهل المعارف والنباهة فيلزم ان لا تطمعه فى امكان ترجيعك او قمع زلتك او حصرك فى محل وينبغى ان تكون الموانع ظاهرة وان يتفطن لها غاية التفطن وبضم الصناعة للطبيعة تحصن هذه الموانع غاية التحصن وتنتظم فى سلك حصون الذب

ومن الضرورى عند تصوير الاقليم الذى فى يد العدوّ ان تبين كيفية التوصل الى قطعه مرورا ففى وسط الجبال الشامخة لابد وان يستكشف دآئما بعض دروب مطروقة يمكن سير الجيوش فيها بواسطة هجوم احتيالى على محال اخر والمرشدون المتخذون غالبا من اهل الاقليم لا يمكن الاستغناء بهم عن الخرط والقوائم فى هذا الشان فان جهلهم وكذبهم وكيفية حكمهم بطريقة مخالفة بالكلية للامور العسكرية تعرّض لعدة من الاخطار ادناها عدم الظفر بالمقاصد

والهضبات المقاربة للسهول تحتاج لتأمل مضبوط كذلك بل ربما احتاجت للملحوظات ادق واعظم من ملحوظات الجبال فان الجبال كل شئ فيها ظاهر فانه لعظم الاشياء الطبيعية الموجودة فيها تتيسر بها طرق الذب واما الهضبات فالاشياء الموجودة فيها غير ظاهرة بالكلية تستلزم كثرة الانتخاب وطريقة تحصيل الفائدة منها تختلف باختلاف درجات التجربة فاللازم ذكر كل ما يوجد فى تلك الهضبات المختلفة المحاطة بالانهر والغدران وغير ذلك من الموانع مع غاية الايضاح وكذلك وصف الاودية المتكونة منها والسهول المشتملة هى عليها وتمييز الروابط التى تربطها ببعضها وجميع المضايق التى تكون مخارج لها فقوة كل قطعة من الارض بقطع النظر عن قوتها المطلقة تنشأ عن ما يجاورها وتظهر هذه الارتباطات بين الاشياء فى فرض مجموع حركات جيش الاعدآء

(فى المياه)

(١٣٥)

اتساع الانهر والجداول وسرعة المياه فيها وعمقها ومقارها التى من طين

او من حصى وارتفاعات. شواطئها المختلفة واوقات زياداتها وجميع تكيفات
هذه الاشياء فى امتداد مجاريها هى اول مطمح للنظر فى باب المياه ثم يبسط
بعد ذلك الكلام على امكنة الخوض منها ومقدار المراكب التى يمكن وجودها
فيها وصلابة القناطر الموجودة عليها والمحال التى يمكن فيها انشاء قناطر
اخرى وانواع الاشغال التى يمكن عملها لحفظ هذه الاشياء التى هى واسطة
فى التوصل والمخالطة ويلزم ان توصف مع الضبط التام المدن والقرى والقصور
والطواحين والسدود والغابات والزرابى وغير ذلك مما ينتسب لنهر اولشواطئه
او يجمل الكلام عليها ثم يحال على الابواب التى تكون قد شرحت فيها كما توصف
طبيعة البرك والمستنقعات وكيفية تنشيفها اذا كانت قابلة لذلك وكيفية
توقيف زيادتها او تسبيب فيضانها وترتيب السدود التى تستعمل للمرور فوق
الخلجان فكل ذلك مع اشياء كثيرة يستحق غاية التأمل فعلى من يؤمر بالكشف
ان يجمع جميع هذه الفوائد النافعة التى تتعلق بشغله
وتحصيل خرطة مرسومة رسما جيدا او قائمة بصحتها يحسب فيها مع غاية الضبط
الغزير والخفيف من نهر يصير الانسان على بصيرة بحيث يحكم فيما يلزم لمنع
المرور به وللانسان ان يفرض مشروعات من العدو على المحال التى هى عرضة
لذلك ويتدرب على بذل الجهد والحيل التى يمكن ان يهم بها العدو على جماعة
الجيوش المعدة للذب عن ذلك المحل وتحليل جميع الموانع بهذه المثابة والتهديد بها
كلها وتشغيل جميع الوسائط القابلة للقهر بها يحيط الانسان بجميع العوايق
ويتعود على رؤية الاشياء باعظم طريقة عسكرية

(فى المدن)

(١٣٦)

قد تكون المدن محاطة باسوار لكى يتخلص من صولة الاعداء على حين غفلة
وقد تكون فيها متاريس يؤوى اليها من مشروعات العدو المستمرة وقد استبان من
التجربة ان الاحسن ترتيب محيطها باجزاء داخلية واجزاء خارجية لكى يحمى
كل منها الآخر وضرورة معارضة العساكر الجديدة قد وسعت طرق هذه

الصناعة التي ليس لها حد ومزية بمجرد خطيرة مدينة اذا كانت حسنة الوضع ان تكون محلا للعساكر وتؤخر اجتهاد المحاصرين مدة من الزمن بحيث يتيسر للمحصورين ان يجهزوا موانع جديدة والمقصود من الحصن دائما ان يكون محلا لقليل من العساكر يأوون اليه عند هجوم اكثر منهم عليهم وان يذب بما فيه من الاشياء عن مسافة معينة من الاقليم فعلى من يكتب القائمة المحلية العسكرية ان ينبه على ما ينتظر من كل مدينة بالخصوص وهل فيها قبول للوفاء بالمقاصد المقصودة من وضعها وعمارة استحكاماتها اولا

وبتقويم جودة اجزائها الاولية مع الصحة القوية وكذلك بذكر حالتها الوقتية مع التفصيل التام يمكن الحكم على قوتها الذاتية وعلى ما يلزم من التغييرات والتصليحات اللازم عملها لاجل زيادة المحاماة وليتذكر في مثل هذه الكشوفات ان المقصود الاصلي من الاستحكامات انما هو جبر ما نقص من كثرة العساكر فلا يصح ان يجري فيها من المقاصد ما يستلزم جيوشا كاملة لاجل الذب عن مدينة حربية ومما لا فائدة فيه ان يحصر الانسان جيوشه اذا كان فيه قبول لان يخرج في ميدان الحرب وصناعة جودة الحركات وانتخاب الاوضاع لهما غاية المزية على ملأ الارض بالابراج وسلسلة الجيوش فيها بلا عمل

(في القرى)

(١٣٧)

وبعد ان يتكلم على المدن ووصفها بدون تعرض للتفاصيل التي تكون معلومة بالضرورة حين تكون المدن تحت استيلاء الواصفين يتكلم على كل ما تمكن استفادته من القرى والزرابي التي تسترها والاسوار المحيطة ببساتينها والوسايا العظيمة التي توجد فيها فانه يتفق غالبا ان مجرد قرافة يمكن ان تكون حصنا يدافع فيه مع غاية الفائدة بسبب وضعها وخطيرتها ومتانتها

ولكل محل مخصوص وسائط ذب تختص به وانما ينبغي الحصول على صنعة ادراك ذلك والاعتناء بذكره وكذلك بوضع عربانات توضع فيما يليق بها من المحال وربما يستعان بقطع غابات ترتب على وجه مناسب على المنازعة زمنا طويلا

فى ارض يمكن ان تؤخذ حالا

ويضم لهذا الباب تفصيل تام لحالة القلاع المحصنة والبيوت المنعزلة المحاطة بخنادق واسوار مما هو منشور فى الخلاء فيسهل معرفة قيمة جميع المنازل التى تنزل بها العساكر فى الاقليم

(فى الطرق)

(١٣٨)

لا يكتفى بذكر المعطلات من كل جنس مما يوجد فى كل محل وانما يضطر رئيس الجيوش لمعرفة المسالك وما يستعمل فى قطعها من مسافات الزمن معرفة مضبوطة لكى يدبر حركات الجيوش فيلزم ان يذكر حالة جميع الجسور والزمن اللازم لقطعها والطرق التى توصل للمحال المهمة التى توصل اليها والطرق الملوية المقوصرة التى توجد فى الجبال

وسلسلة الارتفاعات التى تكون على اطراف الطريق لها مع طريقها هذه كثير تعلق بحيث ينبغى ذكرها ويجب ان ينظر هل هذه الطريق تشرف عليها البرية اوتشرف هى على البرية وبالجملة فمن التفاصيل التى لا ينبغى تركها ذكر عرض الطرق ومحاجيرها والطاوى الخطرة والتصاليح التى ينبغى عملها فى القناطر لامكان نقل مهمات الطبجية

ولتسيير الجيوش من محل الى آخر طريق واحد فيضطر حينئذ للكشف عن فتح مسالك تمر بها الصفوف المختلفة وينبغى التبصر فى هذه المضرة وعلى مقتضى فروض السير التى تقتضيها ذات المحل يبين اثر الصفوف التى يكون عليها الجيش وان اضطر للسير فى طريق جديدة على حدود مملكة اوعلى ساحل يلزم البحث عن اتجاهها الذى به توفق اغراض التجارة بدون ان يظهر منها منافذ تعين الاعدآء وعن اتجاهها الذى يعين على قطع المخالطات ويبحث على تسهيلها ما امكن فتجعل بحيث يمكن تغيير اتجاهها فى صورة ما اذا وجد فيها بعض مزية لمرور الجيوش بممر متسع او ضيق

(فى الغابات والزرابى)

(١٣٩)

(١٣٩)

الغابات والاشجار والزرابى التى تكثر فى البرية هى موانع مهمة فلا ينبغى اهمال بسط الكلام على طبيعتها اما الزرابى التى كزرابى اقليم ابرطانيا و نورمنديا فانها بمفردها دهادراوى ذات ملتفت جيد يعين على المنازعة فى هذه الارض قدما بقدم وعلى تأخير سير العدو بطريقة عجيبة بل ربما اعان على تعسيره بالكلية ويوجد فى كثير من محالها من اكزعسكرية كثيرة يمكن المدافعة فيها مع نفر قليل من العساكر وذلك لان من يريد قهرها ما كان لا يمكنه معرفة كمية العساكر الكائنة بها التى فيها قبول لمقاومته فلا يسير ولا يهجم الا مع عدم التحقق من شئ ويخشى فى كل وقت ان يهجم عليه على حين غفلة وبسبب خشيته من ان يقطع عليه طريقه يضطر الى الرجوع او يمهل الجيوش فى الوصول اليه وظفرهم به ويعتمد على مثل هذه التحصينات مع النجاح التام خصوصا فى السواحل ومجرد فلاحين مرشدين بالنباهة والحذق يمكنهم توقيف قوة العدو زمنا طويلا ويمكنهم رجوع مقصوده عليه بالوبال بتصيير هجومه غير نافع اولا اقل من ان يمنعوه مدة حتى يمدون بعساكر اشد شوكة

ويلزم ايضاح كيفية هذه الغابات هل هى متكاثفة الاشجار مظلمة او خفيفتها نيرة ومانوع الاشجار التى تتركب منها وفى اى جهة منها يمكن قطعها او بوضعها واتساعها وكثافتها المختلفة يمكن الوقوف على كيفية استعمالها فقد يوجد فيها مثلا ماهو حاجز لا يمكن المرور منه اذا كانت ساترة لجداول واودية وماهو كالعضد تأوى اليه جنبتا المعسكر وينفسح به قلبه وايضا بقربها من معسكر يمكن ان تقطع منها اشجار وتعمل منها حائط من اوتاد لزيادة قوة حصن وبالجملة يوجد فى محل منها للجيوش القليلة محال تكمن بها مع الفائدة وتهجم على الاعداء على حين غفلة وتذب عن نفسها فيها عند مصادمة جيوش اعظم منها

(فى الشواطئ)

(١٤٠)

وصف السواحل يشتمل على عدة اشياء لا نهاية لها كلها لازمة فتارة تكثر بها الصخور المسطحة فتجعل مرساها خطرة كثيرا او قليلا وتارة تكون منتهية برؤس حادة تمنع الصعود عليها بكيفية ما ومنها ما هو متسع مكشوف فيسهل النزول منه ومنها ماله اشكال داخلة وهذه تستعمل مراسى ومينات تأوى اليها السفن من الرياح العاصفة وقد اكتسبت الصناعة من الرؤس والهضبات الداخلة فى البحار فجعلتها قلاعا او وضعت فيها مجرد طوابى للذب عن المحال التى يمكن الصعود منها وكذلك الجزائر المجاورة للاراضى صارت اشغالا مجهزة من قبل لتكون حواجز لهمات الاعداء وبالجملة ففى المتسع العظيم من السواحل كل شئ ينشأ عنه عوارض متنوعة تقتضى حسن التنظيم فى الذكر والاتقان والضبط فى الوصف بمقتضى الملحوظات الخصوصية والاخبار الصحيحة من اولى المعارف من البحريين وجنس الرياح اللازمة للدخول او للخروج من المينات وكذلك جميع المنافع وجميع المضار الموجودة فى كل مينا كل ذلك يقتضى ان يخصص ويعين كل ما يوجد من خواص المحال الممكن الصعود بها وازمان المد والجذر التى تكون فيها فائدة عظيمة او يسيرة عند قربها وتبين ايضا الحالة الراهنة للقلاع التى تذب عن الساحل والطوابى والقراقولات وجميع الآلات الطوبجية التى يمكن ان توجد فيها وتذكر المحال التى يمكن ان يعمل بها عمارة جديدة وضعها اكثر فائدة للمحال التى يلزم الذب عنها وتجمع مع الاعتناء المقاصد المختلفة التى تكون قد حصلت لتحسين مينة كذا او كذا بالنسبة للحرب او للتجارة ولاجل وضعها بحيث لا يؤثر فيها مؤثر ما من جهة البر او من جهة البحر ويذكر تحليل ذلك كله وتستخرج النتيجة على حسب ذكر ما يظن انه الاكثر قبولا للوفاء بتلك المقاصد المختلفة وبحسب القوى التى يمكن ان تحصل من الطوبجية المحافظين على السواحل حين مفاجأة العدو تحت انتظار وصول الجيوش المنتظمة الى المحال المهجوم عليها عند الحاجة لذلك والنتايج الناشئة من المد والجذر فى الانهر التى مصبها فى البحر وترتيب التغييرات الحاصلة من ذلك ومسافة زمنها وما تؤثره فى طريقها تحتاج كلها لاضبط ايضاح وبالجملة

فيوجد تفاصيل لانهاية لها يستخرجها البصر المتمرن من مرمى اومورده او ممر سفينة اوغير ذلك ومثل هذه الافادة العامة التي لاتبيح شرح مابقي من التفاصيل الجمة تستعمل لتذييل هذا الباب ويتحصل بها كيفية الذب الحقيقية في جزء من السواحل

(في المعسكرات)

(١٤١)

لا ينبغي ان يتكلم في القائمة المتعلقة بالخرطة العسكرية عند الكلام على المعسكرات بذكر جميع المحطات التي يمكن ان تحط بها الجيوش وانما المطلوب جمع المعارف الممكنة في شأن الاوضاع المهمة التي يمكن استخراجها من الاقليم عند ارادة اجرآء بعض المشروعات فيه اوفي شأن الاوضاع التي تعين على الذب عن الدخول في ذلك الاقليم بستر جميع المحال التي يمكن ان يهم بالدخول منها فهذان النوعان من المعسكرات هما اللذان ينبغي ان يتعرض للكلام عليهما اما في النوع الاول فينبغي ان يكون كل شيء متعلقا بالمحال التي يلزم الهجوم عليها فتنزل بها العساكر لتلاحظ حركات الاعدآء وتحدث فيهم الغيرة على جميع الاجزآء المجاورة لهم وتنتهز الفرصة من ادنى خطأ يحصل منهم لكي يسبق الجيوش هؤلاء الاعدآء ويجرون مقاصدهم واما في النوع الثاني فينبغي ان يكون كل شيء متعلقا بالمحال التي يلزم الذب عنها ولاجل المحاماة عن مجموعها ينبغي محاولة ان لا يقطع في السير الا خطوط مستقيمة اما الاعدآء فهم مضطرون الى قطع اقواس وتزداد موانع القلب والجناحين بالجسور والكرانك وتحافظ الجيوش لانفسها على مأوى امن في صورة الاضطرار الى الرجوع ومن الضروري في كل من النوعين توسيع وسائط جلب المعاش وتدارك انقطاعه عنهم وتستعمل الجداول على قدر الامكان لستر قلب المعسكرات وكذلك البحيرات والغابات التي لا يمكن السير فيها التعضيد اجنحتها وبالبناء على ذلك يجب ان يوصف كل ما يتعلق بهذه الحواجز المختلفة مع الايضاح التام لكي تكون الجيوش في مأوى محفوظ عن كل فجأة فيجب تعريف اتساع المعسكر وماميدان حربه وهل المياه التي يمكن التصرف فيها جيدة وهل من طبعها الجفاف اولا وينبغي ان لا يكون

فى المسائل التى تذكرادنى ابس وذلك لان نجاح الحروب انما ينشأ عن جودة الاوضاع وصنعة الاستخراج منها فان كل خطأ فى هذا الشأن عرضة لايقاع اعظم انواع الخلل فيجب ضبط المكشوفات والاحوال التى يتكلم عليها غاية الضبط

(فى محصولات الاقليم)

(١٤٢)

جميع المواد التى يمكن استخراجها من الاقليم من حبوب وانبذة ومواشى وعلف وغير ذلك ينبغى ان يذكر فى قائمة واضحة مختصرة يرجع اليها مع الاطمئنان وينضم اليها عدد الاهالى الذين يمكن استعمالهم فى الاشغال وكذلك كمية العربانات والحيوانات المعدة للعمل ويمكن التصرف فيها وبهذا الباب ينتهى الجزء المحلى من القائمة

وعلى العقل ان يخترع باقى هذا الشغل ويستعين بجميع المعارف التى تعينه على سيره ولا يجعل العدو الضعيف الشوكة الجاهل يقاوم رئيس جيش ذا معارف يكتسب فى كل وقت من زلاته والفروض التى تعمل على الورق كتعليم الحركات للعساكر ولا يمكن تصوير صور حربية صحيحة الا اذا كانت القوى المضادة مقترنة بالتحرك على حسب اشكال الارض ولا يكون للعدو نجاح الا على قدر ارتفاع درجته وبالفوائد التى يكتسبها تتسع الصناعة التى يستعملها بقا ومتها العلمية فى احالة كل شئ الى مانع

(المنازل الشتوية)

(١٤٣)

جميع القوائم المختلفة التى تصحب عدة اجزاء من الخرط تكون مواد لصورة عامة يمكن ان ترسم فيما بعد لتحصيل مجموع ذب تام على متسع ساحل اوحد مملكة وفى هذه الصورة يدخل بالضرورة امتحان جميع ما يتعلق بترتيب المنازل الشتوية اذا اشتغل بعمل ذلك فاليتذكر انه يجب ان يوجد مسالك مأمونة واختلاطات اطمئنانية بين جميع منازل الجيش الواحد وانه لا ينبغى ان تشغل هذه المنازل

مسافة

مسافة عظيمة من الاقليم لكي يتيسر للجيوش التعاون والاجتماع على ميدان الحرب اذا امكن ذلك قبل ان يهم العدو بتفريق كل آلاى على انفراده ويلزم تعيين المدن التي تجعل فيها المخازن والاستحكامات التي يطلب عملها لاجتناب فجأة الاعداء ولاجل الثبات مع الامن مدة ايام والمقاومة لاقوى الهجومات ثم تبين فيها حالة الاشغال اللازم عملها في كل منزلة على حسب الاحوال وكذلك جميع القلاع وغيرها من الاشغال اللازم عمارتها على الانهر والبحيرات وجميع الموانع التي تقطع المخالطة والمواصلة

والمنفعة الناتجة من الاشغال المعمولة في مدة الصلح ظاهرة لا تخفى بالنسبة للايضاحات التي يكتسبها رؤساء العساكر في كل شئ لكن ينبغي ان يكون مطمح نظرهم الاصلي تعليم اناس يعرفون بنفسهم جميع تفاصيل الاقليم ويحصلون عادة رؤية جميع الاراضي والكشف عليها بالطريقة العسكرية مع ما يمكن من السرعة الكلية

والتباطؤ في الحرب غير لايق بما ينتظر من الضابط المكلف بعمل الكشف فليس المطلوب الاغراب بتنميق رسوم من حرفة وقوائم جيدة التأليف وانما المطلوب الافادة بمسودات سريعة وبمسائل بسيطة معقولة فمن الضروري حينئذ ان يتدرب الانسان على مثل هذا الشغل ليكتسب عادة استعماله بدون ان يهمل درجة كمال الرسم فانها الاساس في الرسوم الجيدة والتآليف الكاملة

(في اللغات)

(١٤٤)

ينبغي ان تكون اللغات الاجنبية من جملة المعارف التي يلزم طلبها للدخول في الصناعة العسكرية لان الابصار انما تحيط بظاهر الاشياء في الوقت الحاضر مع ان هذه الاشياء ربما تغيرت بتغير الاوقات ولا يتأتى معرفة هذه التغيرات الا من اهل البلاد فكيف يرجع اليهم ويستخرج منهم مع النشاط ما تقتضي مصلحتهم غالبا اخفاءه مالم يكن ذلك بواسطة الترجمان

فهذه هي الدائرة التي يرسمها العلم والعمل حول كل تلميذ ويكون امتداد نصف

قطرها على حسب اجتهاده وقابليته ولم تنظر للمعارف هنا الا بالنسبة للوظائف الجهادية التى تتعلق بصنعته فلا يصح ان يستنتج من هذا التأنى حدود ما يكون التلميذ قابلا له فى كل شئ غير ذلك بل نذكر هنا قبل ان تتميم الكلام على هذا الباب شيأ يسيرا فى شأن المطاليب النافعة اللطيفة التى يمكن ان يشتغل بها التلميذ لكى يكتسب فائدة اوقاته فنقول

(فى الاشغال التابعية)

لا مانع من ان يشتغل الشبان من ضباط العسكرية فى زمن الصلح بعمل قوائم مخصوصة فى شأن ما يظهر من الاشياء المفيدة من التجارة والسياسة والفنون والعمارات وجنس الاشياء فى الاقاليم الذى تكون به خدامتهم وباضطرارهم لقطع جميع مجال الارض الكائنين بها على الدوام يدركون ما لا نهاية له من الاشياء التى تفوت ابحاث السواحين بسبب سرعتهم وكذلك ابصار الاهالى لندرة معارفهم

فبالملحوظات الخاصة بالتجارة يظهر لهم مشروعة خليج للسفر وانتخاب محله واتجاه جسر وانشاء معمل واستخراج معدن وتحسين طرق الزراعة وتنشيف البحيرات واحياء الارض وتنظيفها وغير ذلك من جميع الوسائط العامة التى تعين على ازدياد حركة التجارة

وبالملحوظات الخاصة بالسياسة تظهر لهم اشياء المعاوضات المختلفة التى تكون الدول المجاورة قابلة لاعراضها على حدود الممالك فيعينون فيها المطابقة وارتباطاتها بالحرب والتجارة وبواسطة تنبيهاتهم يتيسر جبر خسارات ظاهرة ناشئة عن اهمال التحقيق بامور اصلية

وبالفنون يقفون على كل ما يمكن تحصيله بالصناعة منطبقة على حاجة الانسان ويتعودون على تحليل تركيب الآلات النافعة تحليلا جيدا وعلى ان ينظر بالحساب هل النتايج موافقة لاستعمال القوى والزمن اولا

ويظهر لهم من الموجودات الطبيعية كثير من المناظر المتنوعة التى بها تحدث فيهم المعارف او تزداد فيتحنون الاجناس المختلفة من المعادن والدفاين والاحجار المعدنية والاتربة والخواص المخصوصة بالمياه والمحصولات النادرة فى كل جنس

والكتابات على الاحجار التى لا تؤثر فيها حوادث الدهر ومن جميع هذه الاستكشافات يحصلون مجموع مواد نفيسة يستخرج منها الطبيعى والمؤرخ من المعارف ما يتأتى له استخراجه

وبهذا تكون رياضته نافعة وزيادة على ذلك تتكامل قوة رأيه بهذه الرياضة ويحدث لعقله غزارة مادة من التعود على رؤية الاشياء مع تعلقاتها ولوازمها ويصير الحرب الذى هو كار لبعض الناس وفن لآخرين اوسع علم اذا كان العقل هو المدبر لاعماله وبالجملة فجميع المعارف والعلوم البشرية بمنزلة آلات يستعملها الحرب للاستعانة على تجهيز نجاحه وتحقيق حصوله

(الباب الثانى)

(فى الصور الطبوغرافية)

(١٤٦)

من العلوم اللازمة للمهندس علم رسم التصاوير الطبوغرافية وهو مهم جدا كما لا يظن فى شأنه على العموم فبقطع النظر عن جميع الفوائد العظيمة الناشئة عنه لمصلحة العسكرية يكون رسم الارض اعظم طريقة يتصل بها الرجل الحربى لطريق التأمل والنظر فى ارض وقد يمكن فى الحقيقة للضابط ان يكتسب بمجرد العادة والاستعمال معرفة رسم الارض وان يكون رساما جيدا بدون نظرية الا انه يمكث مدة حياته كالالة الطبوغرافية بخلاف ما اذا كان الشاب عنده قوة الحكم والفطانة فانه باجتهاده فى هذا الفن يرتفع عن الدرجة العادية ويصير من انفع الضباط العسكرية لوطنه

وهنالك فرق عظيم بين الصورة المضبوطة والصورة الجيدة الرسم والمرسومة مع النظافة فبقطع النظر عن الضبط تكون مزية الصورة منحصرة فى تبيين كيفية وضع الارض بحيث تكون صورتها هذه على شكلها مع الصحة لاسيما بالنسبة للارتفاعات وما عداها اما الاختلافات فيرمز لها بمحيطات واشكال صورها متحدة اى يمكن ان ترسم بدون اعتناء بحيث لا يمتاز بعضها عن بعض بالكلية فمجرد الالوان او مجرد قلم وحبر صينى يكفيان فى الدلالة على ما يوضع فى الصورة .

وقد طبع من منذ نحو عشرين سنة عدة خرط طبوغرافية يصح ان تكون انموذجا فان فيها اعظم التفاصيل بجميع الاشارات اللازمة لتصوير الاجزآء المختلفة التي تدخل في تركيب الصورة ويمكن ان تراجع خصوصا خرطة اقليم برغونيا التي انشئت تحت ادارة المهندس غوطية بامر من المنتخبين وخرطة اقليم غينة التي انشأها المهندس بيليه

ثم ان الرسوم قسمان خرط وصور وانما انشأ الفرق بينهما من عظم المقياس وعدمه ومن ما نشا عن ذلك من امكان الدلالة على الاشياء مع التطويل او الاختصار فاما الخرط الجغرافية فالغرض منها تحصيل النظر العام للاقاليم ومعرفة حدودها واوضاع المحال الاصلية منها والابعاد بينها ومجاري الانهار واوضاع البحيرات ومقدار حجمها اوغير ذلك وهي وان لم يستفد منها معارف مفصلة تفصيلا كليا ضرورية للاحاطة بمجموع اجزآء الاقليم مرة واحدة واذا كانت مضبوطة اعتمد عليها في تركيب الصور وفي امتحان اراضي الاقاليم على سبيل الاجمال

واما الصور العسكرية الجيدة فالغرض اولا منها ان تكون جميع الاشياء مرسومة بها في اوضاعها الحقيقية مع التناسبات الكلية وثانيا ان تميز فيها اولا حقيقة الارض اعني هل هي اراضي قابلة للحرث او مروج او غرس او اراضي محلة او رطبة او بحيرات

ثانيا جميع الارتفاعات وبيان شكلها المضبوط ودرجة انحداراتها ومقاديرها في جميع المحال واتساع سطحها

ثالثا ما يتعلق بالغابات وهذا يبين اولا هل اشجارها ذات اوراق او مدببة وثانيا هل هي كثيفة او خفيفة وثالثا هل هي مركبة من اشجار عظيمة او من اشجار صغيرة جديدة او من شجر شجيرات دقيقة جدا ورابعا هل ارضها ناشفة او رطبة وخامسا ما هي المحال التي يوجد فيها احجار من تلك الغابات

رابعا كل ما يتعلق بالنهيرات من جميع الالتواءآت ومن جميع المحال التي تكون ضيقة ضيقا محسوسا او متسعة كذلك ومن جميع ما يوجد فيها من الجزائر

وحقيقة اراضيها ومن القناطر وهل هي مركبة من احجار اومن اخشاب ومن المخاضات ومن الطواحين وغير ذلك من العمارات التي على الماء

خامسا جميع ما يتعلق بالطرق وهل هي اولا طرق سلطانية اوطرق مرور اومدقات صغيرة وثانيا هل هي مجوفة اولا وثالثا هل هي محاطة بزرابي اوباشجار

سادسا جميع ما يتعلق بالمدن والقرى فيدل اولا على جميع الازقة وعرضها المتناسب وثانيا جميع البوابات والميادين وثالثا المباني المشهورة ورابعا المعابد والقرافات

سابعا جميع الاشياء المنفردة كالبيوت المنفردة والمعابد كذلك والاشجار كذلك وغير ذلك فانه ينبغي ان تبين هذه مع غاية الاعتناء

وثامنا اسماء الجبال والانهر والغابات وغير ذلك فانه ينبغي ان تكتب هذه الاشياء ايضا مع الاعتناء الزائد

ولكن من هذه الاشياء ما لا تمكن الدلالة عليه على الصورة بحال اولا يمكن الا مع عدم الكمال فيلزم اما جمعه في قائمة تضم للصورة واما الدلالة عليه بكيفية ما فيلزم مثلا ان يفصل في قائمة اوان تستعمل علامات اصطلاحية للدلالة على الاشياء التي نذكرها فنقول

الاول في شأن الارض اعني اولا هل هي خصبة اولا وثانيا ما درجة رطوبتها وثالثا هل هي كذلك دائما اوفي فصل مخصوص رابعا هل يمكن ان يجرى فيها اويسلك اليها الماء بالسهولة

الثاني في شأن الغابات فتبين المحال التي هي مضايق صعبة منها

الثالث في شأن الارتفاعات اعني اولا ما هي الارتفاعات التي تشرف على غيرها وفي اي محال منها يكون ذلك الاشراف وثانيا ما هي الجبال التي يمكن ان ينظر منها على بعد عظيم والى اي جهة ذلك النظر

الرابع في شأن الانهار اعني اولا هل مقرها حجري اوحماًي اورملي وثانيا هل هذا المقر يتغير في بعض الاوقات اولا وثالثا هل المخاضات فيها على حالة واحدة

اوتتغير ورابعا هل هذا النهر يزيد فى بعض الفصول والى اى وقت ومحل تنتهى زيادته وما يترتب على هذه الزيادة وخامسا هل يجرى هذا النهر فى وقت الازدياد مع السرعة اولا وسادسا هل يسهل سده اولا وفى اى محل يمكن ذلك السد وباى طريقة وسابعا هل يمكن ان يدخل فيه من الماء اكثر مما كان يدخل فيه قبل اذا طهر وثامنا فى اى محل تمنع العمارات المائية التى توجد فيه اوتسهل ما يفعل لهذه العملية من الوسائط وتاسعا هل النهر عالى الحافتين اولا وعاشرا ماهى المحال القابلة لعمل القناطر منه وحادى عشريها هل القناطر الموجودة فيه عظيمة اولا عريضة اوضيقة صغيرة اوحقيرة صلبة اوخربة جيدة العمارة اورديئة سهلة الترميم اوصعبتها وماهى العمارات الضرورية للذب عنها

الخامس فى شأن الطرق اعنى اولا هل الطرق العظيمة مبلطة اوجسرية فقط وهل هى جيدة اورديئة وماقدر عرضها وثانيا هل زيادات المياه وغير ذلك من الاسباب تتلفها بالسهولة اولا وثانيا ما تأثير الارض فى الطرق على اختلاف الفصول ورابعا هل يمكن تصليحها بالسهولة اولا اذا كانت رديئة وخامسا هل يمكن بالسهولة تغيير اتجاهها اوعمل طرق اخرى اولا

السادس فى شأن المضايق اعنى ان تذكر اولا اطوالها وعروضها وطبيعة الطريق التى تقطعها مع الضبط وثانيا هل يمكن تحويلها اولا وفى اى محل يمكن ذلك وثالثا كيف يمكن تحصين مدخلها وكيف تمكن الغلبة على مخارجها واخذها

السابع فى شأن المدن والقرى وفى هذه المادة يذكر اولا ماهى المحال التى يمكن اخذها منها والتى يسهل الذب عنها منها وثانيا كيف ينبغى الهجوم عليها وثالثا ماهى الفوائد التى تنتظر من كيفية وضعها ورابعا هل القرى قابلة للتحصين وخامسا ماهى الحالة الراهنة للمعابد والقراقات والدور الجيدة وسادسا ما يوجد فى القرى والمدن من الدور والاصطبلات ومقدار اراضيها وسابعا ما تنحصر فيه حرف الاهالى

الثامن وهو الاخير ان تعمل الملحوظات اولا فى شأن المحاط التى ينزل بها ونسبها لبعضها وثانيا فى عدد الجيوش التى تصلح لها هذه المحاط وما يلزم من الاعمال لاجل الذب عنها وتقويتها وغير ذلك فان من يتقن الفن يفعل ذلك

(الباب الثالث)

(فى طريقة رسم صورة معسكر)

(١٤٧)

لانتعرض هنا لاستعمال الجرافوميترولا البوصلة فى رسم صورة المعسكر والبلانشيطة هى الآلة اللازم استعمالها فى ذلك لاجل ان يجتنب عمل المسودات ويكتسب من الزمن ما يكفى فى عمل القائمة

ولاجل رسم هذا النوع من الصور ينبغى ان يقف العامل اولا على احدى نهايتى صف من صفوف المحل المذكور ومنها يبعث على الورق الى كل من اشياء الاقليم شعاع ثم آخر موازالمقدم بنادير هذا الصف الذى توضع فى طرفه اشارة طول ذلك اذالم يوجد شئ يقوم بهذه الوظيفة وعلى مقتضى هذا الاتجاه يقاس مقدار ذلك المقدم وتعمل المحاط فى المحاط اللايقة بذلك لاجل تعيين اوضاع الاشياء الموجودة بجوار المعسكر وفى داخله بل ومحل بعض الالايات من الجيوش المكونة لهذا الصف وايجاد ذلك على الورق

ولنذكر لذلك مثالا فنقول

اذا فرضنا ان المراد رسم صورة المعسكر الكائن فى (شكل ٤٢) فان العامل يقف فى النقطة ا ومن نقطة أ المقابلة لها على البلانشيطة كما فى (شكل ٤٣) يبعث شعاعا الى كل من النواقيس ب و ك و د وكذلك الى الابراج والطواحين الهوائية والدور والمعابد وغير ذلك من العمارات التى تشاهد من هذه النقطة ا وكذلك يرسل من النقطة ا شعاع الى اليمين هـ من جناح الخيالة الكائن على يمين اول صف من القرابة ويقاس ذلك الشعاع ويوضع قياسه

على مقياس الصورة من أ الى هـ على الورق كما فى (شكل ٤٣) ويبعث شعاع آخر على اتجاه الخط أف الذى جعل موازيا لمقدم البشادير على قدر الامكان ثم تقاس عليه القاعدة ويستمر على العمل فان وجد فى اتجاه هذه القاعدة عدم تساو فى الارض كارتفاعات وانحدارات وغير ذلك لزم الاعتناء بقياس ذلك بالتسوية لاجل اجتناب انواع الخلل التى تقع فى اثناء العمل بدون تنبه لها

وحين توضع البلنشيطة الوضع الاول يرسم خط شمال الابرة المغناطيسية لاجل امكان رسم الصورة بدون اكثار من القياسات وينبغى الاعتناء بوضع بعض اشارات على طول الاتجاه أف ولابد وان توضع اشارة منها فى النقطة ا بمجرد تركها

ثم ينتقل الى النقطة ج ويقاس البعد أج على استقامة أف لاجل ان توضع على الورق النقطة المقابلة لها جَ وبعد وضعها فى رأسى النقطة ج التى هى تقابلها وترتيب البلنشيطة ترتيبا حسنا يرسم من النقطة جَ شعاع على اتجاه محل ناقوس ب ثم آخر على اتجاه المنفذ ج ش ثم آخر الى اليسار ك من جناح الخيالة ثم آخر الى اليمين ل من القرابة من الصف الاول ويقاس الشعاعان الاخيران لاجل ان تتعين على الورق النقطتان كَ و لَ المقابلتان للنقطتين ك و ل من الارض ثم يرسم الخط هـكَ ويقسم الى اجزاء مساوية لعدد فرق الخيالة التى فى ذلك الجناح مع مراعاة المسافات الفاصلة بين الآلايات ويرسم خط مواز للخط هـكَ على بعد مساو لطول المعسكر وترسم خطوط عمودية من نقط التقسيم بين هذين المتوازيين فيحدث معسكر هذا الجناح من الخيالة وتربط جميع ارط الآلاى بخط تكتب فى وسطه النمرة

ويستمر على قياس القاعدة فان استحسن عمل محطة فى النقطة م لانه يتيسر منها تقاطع الاشعة المرسلة الى بعض الاشياء المرئية من النقطة ا يؤخذ اولا على مقياس الصورة بقدر الامتار التى توجد بين ج و م وتنقل على الخط أفَ من النقطة جَ لكى توجد النقطة مَ المقابلة

للنقطة م من الارض فاذا توافقت هاتان النقطتان ورتبت البلنشيطة وثبتت فمن نقطة مَ يرسم على الورق شعاع منبعث الى محل ناقوس ب ثم آخر ينبعث الى محل ناقوس كَ ولما كان هذان الشعاعان قاطعين للشعاعين المرسلين من نقطة أ الى هذين الشيئين نتج منهما بالضرورة وضع نقطتى التقاطع بَ و كَ وغيرهما ومن النقطة مَ السابقة يرسم ايضا شعاع ينبعث على حسب اتجاه الطريق المار بالنقطة م ويقسم البعد لَ مَ الى اقسام متساوية بقدر ما يوجد من الارط بين ل و م مع مراعاة المسافات الفاصلة بينها وبين الآلايات او فيما بين الارط وتضم جميع ارط الآلاى الى بعضها بخط تكتب عليه النمرة

ويستمر ايضا على قياس القاعدة على استقامة أ ف وعند الوصول الى النقطة ن ترسم على الورق النقطة المقابلة لها نَ ويطبق كل من هاتين النقطتين ن و نَ وكذلك كل من الاستقامتين المتقابلتين أ ف و أَ فَ مع وضع البلنشيطة وضعا لاتقا ثم تثبيتها

ومن النقطة نَ يرسم على الورق شعاع ينبعث الى اليسار ب من القرابة الكائنين فى الصف الاول ثم آخر ينبعث الى اليمين ق من جناح الخيالة اليسار ثم يقاس كل من هذين الشعاعين ن ب و ن ق لكى يوضع على البلنشيطة النقطتان المقابلتان بَ و قَ فاذا تم ذلك كل خط لَ بَ ثم يرسم خط موازله على بعد مساو لطول معسكر القرابة ثم يقسم باقى صف القرابة الى اقسام متساوية على قدر عدد الارط الموجودة بين م و ب مع مراعاة المسافات الفاصلة ومن نقط التقسيم المشار لها فوق خط لَ بَ ترسم خطوط عمودية بين هذا الخط والموازى له فتحصل صورة معسكر القرابة الموجودة فى الصف الاول وكذلك تكتب النمرة على وسط الخط الجامع لارط الآلاى الواحد

ومن النقطة نَ يرسم ايضا على البلنشيطة شعاع ينبعث الى كل من الاشياء ب و كَ و د و ت المرئية من النقطة ن لاجل تحقيق وضعها

الناتج من الاعمال المتقدمة

ثم يتتبع قياس القاعدة الى النقطة ف وحينئذ اذا نقل عدد الامتار الموجودة بين ن و ف من النقطة نَ على الاستقامة المقابلة حدثت النقطة فَ المقابلة للنقطة ف من الارض

وبعد ترتيب البلنشيطة بحيث تكون النقطة فَ مطابقة على المقابلة لها ف والخط أفَ مقابلا مقابلة كلية للخط أف يرسم على الورق من النقطة فَ شعاع ينبعث الى النقطة ت فيتقاطع هذا الشعاع مع الشعاع المرسل من النقطة ن فيعين بالضرورة محل نقطة تقاطعهما تَ ومن هذه النقطة فَ يرسم ايضا شعاع ينبعث الى محل ناقوس ب وآخر ينبعث الى محل ناقوس كَ ثم آخر الى محل ناقوس د فكل واحد من هذه الاشعة يحقق وضع الشئ الذى ارسل اليه والذى ثبت وضعه بتلاقى الشعاعين الاولين هذا اذا لم يحصل خطأ فى الاعمال المتقدمة ويرسم ايضا من النقطة فَ شعاع يتجه باتجاه اليسار ر من جناح الخيالة اليسار الكائن فى الصف الاول ثم آخر يتجه باتجاه اليمين س من اوردى الازداران المعسكر على جانبه ثم يقاس هذان الشعاعان ف ر و ف س لكى يتعين على الورق النهايتان رَ و سَ المقابلتان للنهايتين ر و س ثم يقسم الخط قَ رَ الى عدة اجزاء متساوية بقدر ما يوجد من الارط فى ذلك الجناح مع التنبيه على الابعاد الكائنة بين هذه الارط ويمر خط موازللخط قَ رَ على بعد مناسب ثم ترسم بين هذين المتوازيين من نقط التقسيم اعمدة فتحصل صورة معسكر الخيالة الذى ينقسم الى الايات تكتب عليها النمر كما تقدم وبعد اخذ صورة معسكر الصف الاول تؤخذ صورة معسكر بقية الصفوف بالسير على طول مقدم بنادير ها كما تقدم ويمكن تحصيل هذه الصورة بدون قياس وذلك باستعمال النقط المعينة ب و كَ و د و ت المفروض امكان رؤيتها

ولا يخشى من وجود بعض معطلات فى اخذ صورة بقية هذا المعسكر بدون قياس اذا استعملت النقط ب و كَ و د و ت ونظائرها بَ

و كَ

و بَ كَ و دَ و تَ على البلانشيطة بضبط ويسهل فهم ذلك بتذكر ما تقدم وبالتأمل فيما نذكره فنقول

(قانون اصلى لاخذ التفاصيل بالبلانشيطة بدون قياس)

(١٤٨)

اذا وضع الخط بَ كَ في جهة موازية لنظيره اى البعد الكائن من ب الى كَ فمن المعلوم ان خط ب كَ الارضى و بَ كَ الورقى يمكن ان يكونا ضلعين متناظرين من مثلثين متشابهين مكونين من خطوط تمر من النقط المتقابلة ب بَ و كَ كَ التى لابد وان يكون تقاطعها رأس زاوية مشتركة بين هذين المثلثين اللذين اضلاع احدهما متناسبة مع اضلاع الاخر

ولما كان خط كَ دَ من البلانشيطة موازيا لنظيره كَ د من الارض كان الخطان المرسومان من كَ الى كَ ومن د الى دَ يتقاطعان في رأس زاوية مشتركة من المثلثين المتشابهين اللذين قاعدة احدهما كَ د والاخر كَ دَ وحينئذ تكون الاضلاع المتناظرة الكائنة فى وضع واحد متناسبة

وبمقتضى هذا القانون يسهل الرسم بدون قياس جزء من التفصيل بشرط ان يرى اقل ما يكون من محل واحد ثلاثة اشياء متعينة الوضع على الورق بالعمليات المضبوطة ويكفى ان ينظر منها اثنان اذا تحقق ان البلانشيطة مرتبة الترتيب اللازم وحينئذ يكون الشئ الثالث لازما لعمل هذا الامتحان لان البلانشيطة اذا كانت مرتبة ترتيبا مضبوطا بواسطة الابرة المغناطيسية فالشعاع المار من الشئ الثالث ومقابله يقطع الاشعة المارة بالطريقة المذكورة من الشيئين الاخرين ومن مقابليهما فى نقطة تلاقيهما وحينئذ يتحقق ان نقطة التلاقى هذه فى موضعها وان الابرة لم يحصل لها تغير

ولاجراء عملية هذا القانون نشتغل بتتميم رسم صورة المعسكر المفروض فنقول نوضع البلانشيطة وترتب الترتيب اللازم على يسار جماعة الازداران الذى هو و كما فى (شكل ٤٢) وحينئذ يكون كل من الابعاد بَ كَ و كَ دَ و دَ تَ

كما فى (شكل ٤٣) موازيا لمقابله ب كَ و كَ د و ت د كما فى (شكل ٤٢) فبوضع العضادة على استقامة محل ناقوس ب ونظيره على الورق بَ ورسم خط غير منته على هذه الاستقامة جهة و تكون نقطة تقاطع الخط غير المنتهى والخط المار من ناقوس د ونظيره دَ هى المكان وَ على الورق المقابل لنقطة و على الارض بحيث اذا مد خط من سَ الى وَ ورسم خط مواز له بعيد عنه بقدر طول معسكر الازداران ثم قسم سَ وَ الى اجزآء متساوية بقدر الارط ورسم من نقط التقسيم اعمدة بين هذين المتوازيين تحصلت صورة معسكر الازداران

ولاجل ايجاد مكان اليسار ص من الجناح اليسار للصف الثانى على البلنشيطة ترتب البلنشيطة وتثبت ثم يمد الخط المار من محل ناقوس ب ومن نظيره بَ على الورق ويمد خط آخر من ناقوس كَ او د ومن مقابله كَ او دَ وبتقاطع هذين الخطين تعلم النقطة صَ وبعد هذه العملية ينتقل الى النقطة ض وفيها ترتب البلنشيطة وهذه النقطة هى نقطة تقاطع الخطين المارين من الامكنة الارضية ومن نظائرها على الورق فتوجد نقطة ضَ التى تعين نقطة ض على الارض وحينئذ يوجد طول معسكر الخيالة المجعولة جناحا فى شمال القرابة التى فى الصف الثانى بحيث اذا قسم طول صَ ضَ الى اجزآء متساوية بقدر الارط الكائنة فى هذا المكان مع مراعاة الابعاد الفاصلة بينها ورسم خط مواز متباعد عن الاول بمقدار مناسب ومر من نقط التقسيم اعمدة بين هذين المتوازيين حدث موضع هذا الجناح من الخيالة وتوزيعه فيتبين محله مع نمرة الالايات بالطريقة التى ذكرته

واذا وضعت البلنشيطة فى النقطة ز ثم ش وثبتت تثبيتا مناسبا ورتبت الترتيب اللازم واجريت العملية فى كل منهما كما اجريت فى نقطة ص و ض حدث بتقاطع الخطوط المرسومة فى جهات الاشياء الارضية والاشياء الورقية المقابلة لها اليمين زَ شَ والشمال ش من الصف الثانى من القرابة الذى يقسم كما ذكر لايجاد التفاصيل وبكتابة اسماء الفرق المركب

منها هذا الصف تحدث على البلنشيطة صورة معسكر هذه القرابة
فاذا عملت العمليات المذكورة فى النقطة أَ ثم فى النقطة بَ واجريت فى هذا الجناح اليمين من الخيالة كما اجريت فى الجناح اليسار ص ض حدثت بذلك صورة معسكرها فبالبناء على ذلك تتم صورة معسكر جميع الجيش المفروض
واما تفصيل الاراضى المشغولة بمعسكر فيكون باجراء العملية عينها على البلنشيطة بان يعمل فى مبدء كل طريق وضع وكذلك فى انزواءآته ومن هذه الاوضاع تبعث اشعة بحسب مواضع جميع الاشياء المكونة لطبيعة الاقليم انظر ماذكر فى بند (٩٤) من الباب (٦) فى آخر الجزء الثانى فقد اوردنا فيه كيفية اخذ التفاصيل بدون قياس
واما مراكز العساكر والباش قراقولات كَ دَ هَ وجميع الاشياء المكتنفة بالمعسكر للاعتناء بصونه فتوضع كما ذكر على البلنشيطة بالكيفية المذكورة وكذلك النقط فَ و جَ و شَ و كَ المختارة فى جوانب النهر لتصوير التواءآته وهذه النقط كَ دَ هَ فَ جَ شَ كَ بعد تحصيلها على الورق تستعمل معا لاجل ان ترتب على الورق النقط لَ و مَ و نَ و وَ و بَ و قَ و رَ و سَ و تَ التى بها تميز الجهة الاخرى من النهر بارسال شعاعين اليها او ثلاثة من امكنة مختلفة حيث يمكن مشاهدتها منها
وقد تقدم فى نمرة (١٠٥) طريقة رسم مجرى نهر بالبوصلة ولنذكر هنا طريقة رسمه باستعمال البلنشيطة مع الايضاحات اللازمة للحالة التى يكون عليها الانسان فنفرض انه لم تمكن مشاهدة الامكنة ب و كَ و د و ت من شاطئ النهر فبالضرورة لاتستعمل للرسم على الورق فيجب حينئذ العمل كما نوضحه فنقول

(كيفية رسم مجرى نهر باستعمال البلنشيطة)

(١٤٩)

لاجل رسم مجرى نهر بالبلنشيطة يلزم عمل اوضاع فى جميع الانزواءآت الاصلية

لهذا النهر ومنها تبعث اشعة تتقاطع فى جميع النقط المشهورة من شاطئيه سواء كان ذلك لبيان الابعاد الكائنة بينها بالضبط الكلى لتبيين الصورة على احسن وجه اولتعيين المحال اللازم معرفتها بالضبط كالقناطر ومداخل المخاضات ومخارجها وافام الجداول ونحوها

ولنفرض ان المراد رسم مجرى نهر كائن امام المعسكر فيلزم اولا ربطه بالمكان المذكور وذلك بان توضع البلنشيطة فى النقطة ا كما فى (شكل ٤٢) فاذا انطبق أ فَ كما فى (شكل ٤٣) على ا ف ارسل خط على نقطة مختارة كَ من شاطئ النهر الذى يكون عليه الباش قراقول الذى بين ا و كَ ويقاس البعد ا كَ لاجل ان توضع اولا على الورق النقطة كَ المقابلة للنقطة كَ على الارض ويؤخذ اتجاه الابرة المغناطيسية مدة وضع البلنشيطة فى النقطة ا وبعد ذلك ينتقل فى كَ وفيها توضع البلنشيطة الوضع اللازم ويبعث شعاع على طرف الجزيرة لَ وآخر على مَ وآخر على نَ وآخر على اشارة انتقالية توضع فى النقطة دَ الموجود فيها الباش قراقول ومخاضة ويقاس هذا الشعاع الاخير كَ دَ ليعين المقدار الموجود لطول مقابلة جً دً

ثم توضع البلنشيطة فى النقطة دَ وترتب ومن نظيرتها دً يرسم على الورق خط على اتجاه النقطة لَ وآخر على اتجاه النقطة مَ وآخر على اتجاه النقطة نَ وآخر على اتجاه حافة مخاضة وَ وآخر على اتجاه بَ وآخر على اتجاه فَ التى وضعت فيها الاشارة التى كانت فى النقطة دَ وبواسطة هذا الوضع والوضع المتقدم توجد على الورق النقط لً مً نً دً التى تقابل نقط الارض واذا رسمت على الورق خطوط كالمشاهدة فى الانزواءآت على الارض تحصل على الورق الجزء الصغير من مجرى النهر كما تحصل النقطة المقابلة فَ بقياس الخط دَ فَ

ومن النقطة فَ التى رتبت فيها البلنشيطة يرسم على الورق خط على اتجاه حرف المخاضة وَ وآخر على اتجاه جَ وآخر على اتجاه مخاضة قَ وآخر على اتجاه الاشارة المنقولة فى هَ التى فيها باش قراقول آخر وهذا الوضع والوضع

الذى قبله يعينان على البلانشيطة مكانى النقطتين وَ وبَ بحيث يمكن ان يرسم بين ذ فً و وً بَ مجرى النهر كما يشاهد على الارض بين ذ و فَ و وَ و بَ وبالانتقال من النقطة فَ يقاس البعد الكائن بين النقطتين فَ و هَ لتوضع على الورق النقطة المقابلة للنقطة خَ

واذا اجرى مثل العمليات المتقدمة فى النقطة هَ ثم فى النقط خَ شَ كَ صَ لايجاد الخاصة قَ على الورق ونقطة ملتقى الجدول بالنهر التى هى رَ ومكان القنطرة والامكنة سَ تَ وَ الكائنة فى الشاطئ الآخر من النهر تعين مجراه بواسطة الوصل بين النقط الكائنة على الورق بخطوط مشابهة للتى على الارض .

واما تصوير الاشغال المصنوعة امام القنطرة ووراءها وكذلك تصوير المتاريس المجاورة للمعسكر فلا نتكلم عليها هنا وسنتكلم على كيفية اخذ صورة الاستحكامات الخفيفة وقد ذكرنا هنا ما يكفى فى كيفية رسم صورة المعسكر

ولما كان من الواجب ان يعمل هذا الشغل المهندسون الحربيون وجب قبل عمل الحرب ان يأخذوا مع غاية السرعة صورة الارض التى فيها الجيوش بتمامها امام الاعداء وان يوسعوا فيها بقدر الامكان وان يبينوا فيها ترتيب الجيوش المصفوفة للحرابة على رأس المعسكر وان يصفوا جميع ما يصادف فيها كالطجية المقسمة الى طوابى فى وسط الخلاء وكذلك المراكز العسكرية المغلقة وغيرها والحصون والمتاريس ونحو ذلك اما مدة الحرب فيكونون مشغولين ببيان الحركات الاصلية التى يرون اجراءها من المحاربين سواء كان ذلك فى ميمنة الجيوش اوفى ميسرتهم اوفى الوسط ما لم يمنع من ذلك مانع ككثافة دخان البارود فلاجل بيان الحركات على الورق بضبط يسأل الضباط الكرام المديرون لاجراء الحركات العظيمة فى الجيوش وكذلك رؤساء كل ارطة عن

الحركات المخصوصة المأمور باجرائها اوالتى تعمل بمقتضى الاحوال فبذلك تتحصل صورة الحرب

وبعد الحرابة اذا استولوا على ميدان الحرب ياخذون صورته بجميع سعته مع الاعتناء الزائد اذا لم يتيسر لهم ذلك قبل الحرابة بداعى العجلة او بسبب عدم التمكن فيصفون جميع الاشياء حتى الاشياء الدقيقية الموجودة على الارض التى تستعمل لمعرفة اوضاع الجيوش اومكان الحركات

(فى كيفية تحصيل شكل وتفاصيل قطعة من اقليم اومنزل عسكرى)

(١٥٠)

لا يمكن دائما الرسم مع الضبط الكلى امابسبب المعطلات اوبسبب ضيق الزمن عند القرب من الاعداء فقد يكفى فى بعض الاوقات ان يحصل بغاية السرعة جزء من الاقليم لكى تعمل فيه الاشغال والتحركات اللازم عملها للذب اوللهجوم بحسب طبيعة الارض

وفى هذه الحالة لا تتحرى غاية الضبط فى الرسم بل يقتصر على ان يقطع الاقليم المذكور وان ترسم بالنظر فى مدة ذلك الطرق والبلدان والانهر والجداول والقناطر وكل ما يشاهد فيه ويقدر بخطوة الانسان اوالفرس جميع ما يراد قياسه ومثل هذا الشغل اذا صدر من ناس ذى فهم لا يكون نافعا فقط للعساكر بل يمكن ايضا ان يدخل فى صورة محل معين بعمليات مضبوطة ويكون من جملة خرطة كبيرة مرسومة مع الاعتناء

واذا اريد الاستعجال فى رسم صورة بيت اواوسية اومعبد اوامكنة اخرى مما يصلح ان يجعل فيها بعد مركزا عسكريا مهما يقتصر على تحصيل زواياه وصورته بالنظر وتقاس اضلاعه بالخطوة اوبالتقدير وكذلك ما يكتنفه من الامكنة فترسم على الورق بالنظر بحسب عدة الخطوات او بالتقادير التى تعمل فى الابعاد المختلفة لانزواءات الطرق والانهر والجداول ونحو ذلك

(كيفية خصوصية تستعمل لمعرفة عرض نهر بالتقريب)

(۱٥۱)

قد يحتاج فى حال سرعة مشى العساكر لمعرفة عرض نهر لعمل مقايسة الاخشاب اللازم رميها للمرور عليها وحيث انه لا توجد غالبا الآلات اللازمة لذلك كما انه لا يوجد وقت لتحصيل المطلوب بواسطتها فالضرورة تحدث طرقا جيدة يتوصل بها للمقصود فعلى هذا اذا كان الانسان على شاطئ نهر راخيا برنيطته ينظر الى الشاطئ الآخر بحيث ان الشعاع الخارج من بصره الى الشاطئ المذكور يمس حرف برنيطته ثم يلتفت برأسه بدون ان يرفعها ويخفضها او ينقل الشعاع المذكور فى الشاطئ الذى هو فيه ويتأمل من نقطة تقابل الشعاع المذكور بالارض ويقيس ما بينه وبينها بالخطوة او باى كيفية كانت فيحصل معه عرض النهر تقريبا

(الباب الرابع)

(فى المواد الاصلية التى تتركب منها القائمة المتعلقة بخرطة عسكريه)

المواد الاتية يمكن ان تعتبر اصلا لقائمة نافعة فى وقت الحرابة وتستعمل فى احيان كثيرة

(۱٥۲)

المادة الاولى الانهر والنهيرات والجداول يجب امتحان اجناس شواطئها ومقارها لاجل بيان المحال التى يمكن خوضها بالرجل او بالخيل او عمل قناطر فيها ويلزم ان ينظر هل القناطر من حجر او من خشب جيدة او رديئة لائقة لمشى الطوبجية والعربانات الكبرى اولا وهل يمكن استعمالها للخيالة او للقرابة

المادة الثانية اذا كان الاقليم محدودا بالبحر وجب ان يتأمل فى شواطئه فى ايام ارتفاع هذا البحر وانخفاضه لينظر هل هى قابلة للتحصين اولا وما هى الامكنة التى يمكن النزول فيها من المراكب على الشاطئ

المادة الثالثة يجب معرفة الطرق القاطعة للاقاليم وان ينظر هل هى طيبة اوردية وماهى الطرق التى يمكن مرور القوافل العظيمة والعربانات الثقيلة منها ومايستعمل منها لسير الخيالة فقط اوالقرابة فقط ويجب ايضا ان ينظر هل الاقليم سهلى اوكثير الجبال وهل هو مستور بغابات واشجار ونحوها اومكشوف وهل ارضه مائية اورطبة اوحجرية اورملية وهل هى مقطوعة باشجار وغابات وزرابى او بوهدات ناشفة اوممتلئة بالمياه وهل هو كثير الحبوب والمرعى والنبيذ ونحو ذلك

المادة الرابعة لابد من تعريف المنافذ التى يمكن اتيان العدو منها ليصل الى حد من حدود الاقليم كما انه لابد من تعريف الامكنة المفتوحة التى يمكن ان تدخل منها الجيوش فى الاقليم ويكتب فى شأن ذلك تنبيهات لتبيين الطرق التى تمشى فيها الجيوش اوالصفوف المختلفة منها لاجل ان تبتعد اولاجل ان لايكون رجوعها خطرا اذا اضطرت لذلك لكن بحيث لا يحصل لهم مشقة من اعدآئهم قبول للاكتساب من هذه الحالة المضرة

المادة الخامسة يتأكد فى اقليم الاعدآء اكثر من غيره ان تكتب لوايح موضحة فيما يتعلق بالحرابة والامدادات التى يمكن استخراجها من هذا الاقليم من كل جنس اعنى فى مقدار الحبوب والعلف والمشروبات والحيوانات المختلفة التى يمكن تحصيلها من الاقليم لمعيشة العساكر وان يعمل جدول تذكر فيه قوة المديريات وعدد الرجال المعدة لبعض الاشغال والخيول وعربانات الحمل والمياه التى تستعمل حال الاحتياج فى حمل الاقوات والمرضى والجرحى ونحو ذلك وينبغى ان يشتمل هذا الدفتر على نحو عدد البيوت والطواحين والافران الكائنة فى كل مديرية مما تلجئ اليه الضرورة

(جدول تشاهد فيه محال الاقليم ومايستخرج منه من الامدادات)

(١٥٣)

لاحاجة لكثرة الكتابة لمعرفة خواص اقليم والمحاصيل التى يمكن استخراجها

منه وا حسن الطرق لتحصيل ذلك بلا شك عمل جدول بمجرد النظر فيه يمكن بسهولة مقارنة ثروات الامكنة المختلفة لاجل اجراء مايلزم فيها على سبيل الانصاف وقد وضع الجدول المذكور مثالا يمكن اختصاره اوتطويله بحسب مايقتضيه الحال وستأتى صورته

(شرح هذا الجدول)

هذا الجدول مركب من عشر خانات اصلية فيها جميع مايوجد على خط واحد منسوب لمكان واحد بالعرض

فالخانة الاولى تشتمل على اسماء الاخطاط والانهر والنهيرات الراوية لها

والخانة الثانية تشتمل على اسماء الامكنة المختلفة التى تتركب منها الاخطاط مميزة بحروف فللمدينة م وللقرية ق وللكفر او الكنيسة ك وللضيعة ض

والخانة الثالثة تبين مقدار البيوت المركبة منها هذه الامكنة

والخانة الرابعة تشتمل على عدد اهاليها التى يمكن استعمالهم فى الاشغال حال الاحتياج

والخانة الخامسة منقسمة الى اثنين احداهما فيها عدة الطواحين المائية والاخرى فيها عدة الطواحين الهوآئية المتعلقة بهذه المحال

والخانة السادسة تحتوى على عدة الخيول

والسابعة تحتوى على عدة العربانات الكبار والصغار الكائنة فى المحال

والخانة الثامنة تحتوى على عدد الحيوانات العظام ذوات القرون

والتاسعة تحتوى على ما يوجد من الاراضى فى زراعات مختلفة تابعة لهذه الامكنة

والعاشرة تبين انواع التجارة المحصلة فى كل مكان

فيشاهد ان سوسى مثلا مدينة مروية بنهر كذا من خط كذا وبيوتها ١٨٠٠ ورجالها ٣٠٠٠ وطواحينها المائية ٣ والهوآئية ٤ وخيلها ١٣٧٠ وعرباناتها الكبيرة ١٦ والصغيرة ٦٠ وثيرانها ٣٠٠ وبقرها ١٦٠٠ وخرفانها ٢٠٠ واور ارض الزراعة فيها ٩٠٠٠

جمع اور وهو مربع ضلعه ٢٤ قدما فرنساويا

واور المروج ١٥٥٠ واور الكروم ١٥٠٠ واور الغابات الصغيرة ١٨٠٠ ومتجرها الغلال

(تنبيه فى شأن هذا الجدول وفى طريقة عمله بضبط)

(١٥٤)

لم نرد توسيع هذا الجدول فلم نذكر فيه الامقادير كمية الاور من ارض الزراعة ومن المروج بدون نظر الى نسبتها لبعضها ومن حيث ان المقدار الواحد من الارض لا يكون محصوله واحدا فى جميع المحال يلزم البحث فى كل محل عما يتحصل منه من مكيلات الحبوب وبالاطلاع على هذا يلزم عمل جداول اخرى تبين ما يلزم لمعيشة الاهالى وما يلزم ايضا للبذر السنوى والتقاوى فانه بذلك يحصل التمتع فى الحال والاطمئنان فى الاستقبال ويحتاج زيادة عن الخانات المتقدم ذكرها لخانات اخرى يبين فيها ما يناسب طلبه منهم من الخراج بدون اجحاف ومن المناسب معرفة محصول اور المروج من قناطير الدريس مثلا وما تأكله الخيل وغيرها من الحيوانات وما يبقى بعد الاكل لكى تطلب المطاليب من الاهالى بالانصاف فلا تسمع شكواهم بعد ذلك

وعمل هذه الجداول وان كان سهلا فى حد ذاته الا ان السؤال عن اصولها اصعب فان اهالى الارياف يحترسون دآئما عن افادة اجوبة هذه الاسئلة فان الخوف من السخر والخراج يحوج الاغنياء منهم الى المغالطة والغش فيخبرون بالاقل والحسد والغيرة يحوجان الفقرآء الى ان يخبروا بالاكثر لكن قد يتفق ان من لا مال له ولا محصول له ولا يخشى ضياع شئ يخبر بالحق فلاجل تيقن ذلك يلزم الاستخبار من المجاورين لهم باظهار ان ذلك لمجرد التشوف والرغبة وبعد ذلك تقابل هذه الاسئلة المختلفة على الحق الذى يميز الصادق عن غيره

وقد عرف بالتجربة انه متى بحث عن تحصيل المعارف المتعلقة بمحصولات بعض القرى وصل الخبر الى اهالى المحال المجاورة لاهلها فتلجئهم مصلحتهم العامة الى ان يحصل الغش فى جميع الامكنة من كل انسان ففى مثل هذه الحالة يلزم ان يتحقق ان اهالى الارياف لا يقولون الا ما يشتهونه وحينئذ لا يطلب منهم زيادة على ذلك   صورة الجدول

اقليم

اقليم كذا

انموذج جدول يشاهد فيه المحال والامدادات التي توجد فيهما من اقليم كذا

الخانة الاولى	الخانة الثانية		الخانة الثالثة	الخانة الرابعة	الخانة الخامسة طواحين		الخانة السادسة	الخانة السابعة عربانات		الخانة الثامنة حيوانات ذوات قرون			الخانة التاسعة اجناس المملوكات					الخانة العاشرة
الاخطاط والانهر التي ترويها	اسماء المحال		عدد البيوت	عدد الرجال	مائية	هوائية	عدد الخيول	باربع عجلات	بعجلتين	اثوار	بقر	غنم	اطيان آر	مروج آر	كروم آر	غابات عظيمة آر	غابات جديدة آر	نوع التجارة
	انديل	ك	٦٠	٨٠	٢	•	١٠	٨	٤	١٢	١٢٠	١٠٠٠	٤٠٠٠	٨٠٠	٦٠٠	٤٠٠	٦٠٠	•
	دانجه	ك	٤٠	٤٥	•	١	١٥	•	٦	٤	٩٠	•	٢٦٠٠	١٠٠٠	•	•	٤٠٠	اقمشة
خط كذا / نهر كذا	ذلاكور	ق	٢٠٠	٣٥٠	٣	١	٩٠	١٠	٢٥	•	٤٠	•	٥٥٠٠	٨٠٠٠	٧٥٠٠	٤٦	•	ابذة
	جيسالك	ص	٤٥	٨٠	•	٨	١٦	٢	٦	١٨	١٣٠	٥٠٠	٣٠٠٠	١٦٠٠	•	•	٢٠٠	•
	لورسى	ك	٥٠	١١٠	٤	•	٣٠	٤	٢٠	١٠	٢٠٠	١٥٠٠	٤٢٠٠	١٢٠٠	١٧٠	١٠٠	٥٠	•
	باكور	ك	٨	١٠	•	١	٢	•	•	•	٣٠	•	٢٠٠	•	•	•	٣٠	•
	ديانويل	ص	٢٥	٣٠	٢	•	١٨	٣	•	٥٠	١٠٠	٩٠٠	٢٠٠٠	•	•	•	•	جلود فطير
	اروه	ك	٥٥	٧٠	•	•	٢	•	٢٠	١٠٠	•	٣٥٠	٣٥٠	٢٠	٢٠	٨٠	٢٣٠	•
خط كذا / نهر كذا	موسى	ص	٣٠	٦٠	٢	•	٤٠	٤	٨	٢٠	١٤٠	٥٠٠	١٨٠٠	•	•	١٣٠	•	•
	بلانويل	ك	٦٥	٧٨	•	•	٣٢	•	٢٠	٨	١١٥	٦٠٠	١٥٠٠	١٤٠	١٤٠	•	١٠٠	•
	سوسى	م	١٨٠٠	٣٠٠٠	٣	٤	١٣٧٠	١٦	٦٠	٣٠٠	١٦٠٠	٢٠٠	٩٠٠٠	١٥٠٠	١٥٠٠	١٨٠٠	١٤٠٠	غلال
	ترسى	ك	٣٠	٢٨	•	١	١٠	•	٣	١٦	٩٠	١١٠٠	١٢٥٠	•	•	٤٥٠	١٠٠	•
	ابلون	ك	٩٠	١٠٠	٢	•	٢٠	٥	٦	٣٢	٢٠٠	٤٠٠٠	٣٢٠٠	١٣٠	١٤٠	٥٠	•	جوخ
	بوبره	ك	٦	١٠	•	١	١٢	٤	•	•	٦٠	١٨٠٠	٤٠٠	•	•	•	٦٤٠	جلود مدبوغة
خط كذا / نهر كذا	فلير	ص	١٩	٢٧	١	•	٨	١	٢	١٠	٢٠	٨٠٠	١٧٠٠	٤٩	•	١٠٠	•	•
	ليرالك	ك	٨٧	٩٨	٢	١	١٥	٧	٣	٨	٣٠	٧٥٠	٩٠٠	•	•	•	٢٣٠	•
	موسى	ك	٣٨	٤٧	•	•	١٢	٥	٧	١٢	٤٣	٣٠٠	١١٠٠	٥٤٠	١٥٠	•	١٢٠	•
	بوجول	ك	٤٩	٥٤	١	٢	١٨	٣	٥	١٩	٢٧	١٢٠٠	١٣٥٠	•	٢٤٠	١٥٠	•	كتان

(الباب الخامس)

(فى كيفية رسم صورة الخنادق)

رسم خنادق رسما مضبوطا مهم فلا يصح ترك ضبط طريقة رسمه والرسامون دائما لاستعجالهم يصنعون هذه الرسوم بالنظر فقط ويقدرون طول الاوتار بالنظر ايضا اذا لم يوجد وقت لتقديرها بالخطوة وبسبب انهم يعملون المسودة بعجلة لعدم الوقت اللازم لعمل قياسات مضبوطة يعملون مسودة اخرى لينقلوها على صورة المكان الذى هو تحت تصرفهم وهذه الصور فى العادة معيبة وقل ما يوافق الاصل منها مع ان هذا لا يحصل اذا توفر الوقت اللازم لعملها عملا مضبوطا

ومتى رسمت صورة الخنادق مع الضبط والاعتناء شوهدت منها القابلية الموجودة فى جميع اجزاء محل الهجوم وبمشاهدة منظره يمكن معرفة ما يليق بكل جزء من اجزائه ومعرفة الفائدة التى يمكن ان تستخرج منه لاجل زيادة حصر الاعداء والتوقى من نيرانهم وبه تعرف الاشغال التى لا فائدة فيها فتتوفر المصاريف والمشاق وهلاك الشغالين

ولبيان كيفية السلوك فى رسم انواع هذه الرسوم نفرض خندقا على الارض كما فى (الشكل ٤٤) فاذا اريد رسمه رسما صحيحا على الورق

(١٥٥)

فطريقة ذلك ان يبتدأ اولا بقياس قاعدة اا التى هى طويلة بقدر الامكان واقرب موازاة للمقدم المهجوم عليه لتستعمل اولا لتعيين مواضع زوايا التحصين فى النقط ب و ك و د و هـ و ف الخ الكائنة فيها مدافع القلعة وثانيا لتعيين موضع ذنب ج من الخندق بالنسبة للمحل

ولنفرض ان القاعدة اا طولها ٥٠٠ متر فيؤخذ مثل هذا المقدار على خط مرسوم فوق البلانشيطة على مقتضى قياس الصورة و بعد انطباق النقطة أ الورقية كما فى (شكل ٤٥) على النقطة ا الارضية والخط أأ على الخط اا يجرى العمل ليتعين على الورق بالكيفية المعلومة زوايا التحصين بَ و كَ و دَ

وهَ و فَ المقابلة للزوايا ب و كَ و د و هـ و ف من المحل المهجوم عليه
ثم يبعث من النقطة أ شعاع الى النقطة ج التى هى مبدء الخندق ولنفرض
انه يساوى ٦٠٠ ميتر فيؤخذ مثل هذا المقدار بالمقياس ويوضع من
النقطة أ على هذا الشعاع فتحدث النقطة جَ الكائنة على البلنشيطة
ككينونة النقطة ج على الارض بالنسبة لمقدم المهجوم عليه
وقبل الانتقال من قاعدة ١١ ونقل البلنشيطة منها يلزم ان يرسم على الورق
الخط الشمالى للابرة المغناطيسية ليستعمل لترتيب البلنشيطة ولاجل ان يوضع
عليها وضعا جيدا جميع اجزآء الخندق كما هى على الارض فبذلك يكون الوصول
الى النقطة ج من الخندق فترتب فيها البلنشيطة مع الانتباه الى تطبيق
النقطة جَ على مقابلتها ج فى رأسى واحد وذلك يكون بواسطة تعليق
ثقل تحت النقطة جَ ومن النقطة جَ يرسم خط على اتجاه الوتر ج ش
ولنفرض ان طول هذا الوتر ٢٣٠ ميترا ثم يؤخذ مثل هذا المقدار بالمقياس
ويوضع على البلنشيطة لايجاد شَ المقابلة للنقطة ش على الارض وحينئذ
يتحصل الوتر جَ شَ الذى عرضه بحسب عرض مقابله ج ش ثم ينتقل
للنقطة ش وفيها توضع البلنشيطة الوضع اللازم ثم من النقطة شَ على
الورق المقابلة للنقطة ش يبعث شعاع يتجه الى الوتر ش ى ويقاس فان
وجد مقداره يساوى ٢١٠ جعل هذا المقدار لمقابله على البلنشيطة شَ ىَ
ويجعلان على عرض واحد ثم ينتقل الى النقطة ى وفيها توضع البلنشيطة
الوضع اللازم وتثبت ومن مقابلتها ىَ يرسم خط على اتجاه الوتر ى ك ثم
يقاس ولنفرض انه وجد مساويا ٢٤٠ ميترا فيؤخذ مثل هذا المقدار بالمقياس
الاختصارى ويوضع على مقابلة ىَ كَ فبذلك تتعين النقطة كَ المقابلة
للنقطة ك على الارض اى انه يجعل عرضهما واحدا
ثم ينتقل الى النقطة ك وفيها توضع البلنشيطة كالوضع المتقدم ويرسم شعاع
فى اتجاه كل من ك ل و ك م اللذين هما جزآ اول موازثم يقاس الشعاعان
المذكوران ولنفرض ان بين ك و ل مقدار ٣٠٠ ميترو بين ك و م

٢٧٠ ميترا فتوضع النقطتان المقابلتان لها لَ مَ على مثل بعدها من كَ
وبمثل هذه الكيفية المذكورة يوضع على الورق النقطتان قَ و رَ
المقابلتان لانفتاحى ق و ر من الوترين قت و رس وذا اجرينا
العمل كما تقدم فى نقط الانزواءآت ل و ن و ب من الموازى وكل من
الوترين قت و رس وفى كل ما يصادف من نقط الانزواءآت والمنافذ تحصلت
صورة مضبوطة للخندق المفروض كما هو سهل الادراك

ومن المعلوم ان اجزاء الخنادق عرضها عادة واحد وان بترية المدافع والاهوان
والمدافع الصغيرة حوائزها واحدة فلا يلزم قياس اطوالها ولا عروضها لكونها
معلومة وانما اللازم الانتباه الى وضع هذه الاشياء بالنسبة للجهات الاربع
خصوصا دروة بترية المدافع لعدم امكان معرفة الغرض الحقيق منها بدون ذلك
ومن المناسب ايضا ان تبين عدة المدافع كما هى العادة وان يميز عيارها

تنبيه قد يتفق عند اخذ صورة الخندق ان يخشى خصوصا عند القرب من
البتريات من تغير الابرة المغناطيسية فيلزم تركها وحينئذ توضع علامة ما فى نقطة
الوضع المنتقل منها الى طرف الشعاع الذى قد بعث من هذا المكان المنتقل منه
والمعين طرفه على الورق فبعد الوصول لهذا الطرف توضع البلنشيطة فيه
ويطبق مع الضبط الشعاع المرسوم عليها على اتجاه نظيره على الارض اى الذى
فى احدى نهايتيه البلنشيطة وفى الاخرى العلامة ويجرى على هذه الكيفية
فى الامكنة التى يلزم الوضع فيها عند القرب من البتريات كما ذكرا على ان ينتقل
بالعلامة على التوالى فى كل نقطة من نقط الوضع خلف النقطة التى وضعت فيها
البلنشيطة

فقد نتج انه يسهل جدا تحصيل صورة مضبوطة لاشغال الحصار عند توفر الوقت
والاعتناء ولاجل النجاح فى ذلك يكون المطلوب اولا ان يوضع ذنب الخنادق
بالنسبة للمدافع المكونة لمقدم الهجوم وثانيا ان يقاس ويرتب كل وتر او طريق
حفر للوصول الى الاشغال ولا يصح انكار ان صورة الهجوم المأخوذة بهذه
الكيفية تستوجب الاعتبار

(كيفية اخذ صورة المنافذ الكائنة تحت الارض)

(١٥٦)

بالطريقة المستعملة لاخذ صورة خندق يتوصل الى تكوين صورة المنافذ الباطنية كالمنافذ المختلفة التى توصل الى المحاجر اوالحفر المصنوعة تحت الارض ومنافذ المعادن مع فروعها وذلك لاجل الفريقين المحصورين والمحاصرين ولاجل تكوين هذه الخرط على صورة الارض يلزم اولا ان يعين مبدؤها ومدخلها بالنسبة لاشياء معينة على وجه الارض ان احتيج لذلك وثانيا ان توضع جهة مبدء اول منفذ بغاية الضبط بالنسبة لهذه الاشياء وثالثا ان يوقد نور فى مبدء دخول المنفذ ومبدء اول فرع منه ثم فى هذا المبدء توضع البلنشيطة وتثبت وتحرر العضادة على اتجاه هذين الضوئين ويرسم هذا الاتجاه على الورق ويجعل طوله مساويا مقدار ما يوجد بين الضوئين وبعد ان تجعل البلنشيطه ثابتة يوضع فى نقطة المحطة الاولى ابرتان دقيقتان فى هذا الاتجاه وتقرب منهما مسطرة العضادة لينظر هل تغير الاتجاه المرسوم على الورق ام لا ورابعا ان يوضع ضوء آخر فى طرف الفرع التالى للاول وتوضع البلنشيطة فى نقطة الضوء الثانى وبعد الوضع تقرب مسطرة العضادة من الابرتين لاجل تحقق وضع البلنشيطة فى جهة الفرع الاول ثم تثبت البلنشيطة حينئذ ومن هذا الوضع يحرر على الضوء الثالث ويقاس البعد بينه وبين الثانى وهكذا ويتنتج مما تقدم انه لاجل تحصيل انواع هذه الصور يلزم ان يوضع ضوء فى كل نقطة يراد الوضع فيها على التوالى وكذلك فى العلامات ويقاس البعد الكائن بين ضوئين ويجرى العمل كما ذكر مع ملاحظة انه متى ظن او شوهد ان الابرة المغناطيسية لا يصح استعمالها يلزم اجراء العملية كما ذكر فى التنبيه السابق وسيأتى ذلك بالتوضيح الكافى عند ذكر كيفية رسم صورة حارات مدينة

(كيفية رسم صورة الاستحكامات الخفيفة)

(١٥٧)

لاجل تحصيل رسم صورة متراس اوطريق اومنزل عسكرى اومتراس

منع

منع الهجوم على معسكر المحاصرين ودخول شئ الى المحصورين ومتراس منع خروج المحصورين يكفى ان يفرض ان المطلوب رسم صورة تحصين تصنع على الارض لاجل مقاومة اعداء جازمين بالمحاربة لاجل ابطال مشروعهم عليهم كما هو مبين فى (الشكل ٤٦)

ولاجل الابتداء فى اخذ هذه الصورة يكون الوضع قبالة حلق احد الحصون بان يكون فى النقطة ا مثلا كما فى الشكل المذكور ثم ترسم على البلانشيطة النقطة اَ المقابلة للنقطة ا على الارض ومن النقطة اَ تبعث اشعة على الزوايا ب و كـ و د الداخلية من هذا الحصن ثم يقاس كل من هذه الاشعة اب و اكـ و اد ثم يؤخذ بالمقياس الاختصارى اولا عدد الامتار الذى لشعاع اب ويوضع من نقطة اَ الى بَ وثانيا عدد الامتار الذى لشعاع اكـ ليوضع من النقطة اَ الى كـَ وثالثا عدد الامتار الذى لشعاع اد ليوضع من اَ الى دَ فحينئذ يتحصل على الورق النقط بَ و كـَ و دَ المقابلة للنقط ب و كـ و د على الارض من الحصن بحيث اذا مد خط من النقطة بَ الى كـَ وآخر من النقطة كـَ الى دَ تحصلت الوجوه الداخلية لهذا المحل المسمى ريدان

ومن النقطة اَ ايضا يرسم على البلانشيطة خط فى اتجاه النقطة فَ ويقاس بعد اف وينقل عدد الامتار على هذا الخط لتحصل بذلك النقطة فَ المطابقة للنقطة ف على الارض ثم قبل تحرك البلانشيطة يرسم على الخرطة المأخوذة خط شمال الابرة المغناطيسية وبعد ذلك ينتقل الى النقطة ف وتوضع البلانشيطة الوضع اللازم ومن النقطة فَ يبعث شعاع الى النقطة هـ وآخر الى النقطة ج ويقاس هذان الشعاعان ف هـ و ف ج ليجعل مقدارهما لمقابليهما فَ هَ و فَ جَ ثم يرسم على الورق الخط دَ هَ المقابل للفرع د هـ

واذا وضعت البلانشيطة فى النقطة ج وارسل من مقابلتها جَ اشعة على اتجاهات الزوايا ش ى كـ من هذا الريدان ثم شعاع آخر الى النقطة ل

واعطيت مقادير هذه الاشعة لمقابلاتها على الارض تحصلت من ذلك النقط شَ يَ كَ لَ على الورق بحيث يمكن وصلها بالخطوط هَشَ و شَيَ و يَلَ التى تبين مقابلاتها على الارض هش و ش ى و ى ك والطريقة الجارية فى النقطة ف تعمل فى النقطة ل فيتحصل معنا على الورق النقطتان مَ و نَ اللتان يقابلان النقطتين م و ن

وبعد وضع البلانشيطة فى النقطة ن الوضع اللازم يرسم من مقابلتها نَ اشعة على اتجاه الزوايا و و ب و ق و ر و س من الخارجة ذات الجوانب وبعد قياسها توضع مقاديرها على مقابلتها من الارض فتحصل معنا النقط وَ بَ قَ رَ سَ فيحصل الشكل الداخلى للخارجة ذات الجوانب برسم الخطوط وَبَ و بَقَ و قَرَ و رَسَ على الورق

واذا بعث من النقطة نَ شعاع الى النقطة ؤ ووضع على استقامة هذا الشعاع قبال الانفراج المقابل للجامعة اشارة ت يقاس بعداها ن ت و ن ؤ وحينئذ يتحصل معنا على الورق بواسطة اخذ المقادير ووضعها على البلانشيطة النقطتان تَ ؤَ المقابلتان للنقطتين ت ؤ على الارض واذا وضعت البلانشيطة فى النقطة ت وعينت ؤ التى فى الريدان وقبل الخندق وعمل فى هذه النقطة كما عمل فى النقطة ن يتحصل شكل الريدان المفروض هنا

واذا عملت العملية فى النقطة ؤ كما عملت فى النقطة ا او ج تتحصل معنا الزوايا الداخلية صَ ضَ زَ من هذا الريدان فحينئذ اذا رسمنا على الورق الخطوط سَ تَ و تَ سَ و صَ ضَ و ضَ زَ توجد الصورة الداخلية للحصن المفروض ويرسم خط موازله على بعد مساو لسمك الدورة الدالة على خارج هذا الخط من الحصن وبالنسبة له يسهل رسم الخندق الذى قبله بقياس عرضه مع ملاحظة شكل انحدار الحافة الخارجة فى بعض المحال

واذا اريد رسم صورة هذه الانواع يلزم ان ترسم تفاصيل الاقاليم المجاورة لها وتبين جميع المسالك التى يمكن مرور الاعداء منها للهجوم وكذلك المحال التى

يتوصل منها للاعداء فى بعض الاحوال ولتتميم الامر يجب ان لا يترك شئ مما تفيد معرفته سوآء كان داخل الحصن اوخارجه ويجب ان ينتبه المهندس لذلك الانتباه الكلى لان هذه الصور تستعمل عادة للمذاكرة فى التحركات التى يجب عملها فى جميع الاحوال التى تفرض

(الباب السادس)

(فى اخذ صورة مدينة)

ضبط واسرع طريقة يمكن استعمالها لرسم صورة مدينة سواء كانت محصنة اولا ولرسم صورة منزل عسكرى وبستان وغابة ولرسم صورة عامة هى بلا شك طريقة البلنشيطة وذلك لامور الاول انه لا يحتاج لمسودة مبين عليها مقادير الابعاد ولا للتعب فى مسودة وقتية الثانى انه يشاهد على الارض بالعمل بها العيوب التى يمكن ان تحصل وحينئذ يمكن حال الاخذ ايجاد اسبابها وتصليحها والثالث انه يمكن ان تعمل مسودة وقتية بدون تضييع زمن ومنها يعرف بالسهولة الازقة الموصلة الى كل شئ وبها يشاهد ضبط الشغل بالمشى على طرق غير الاولى توصل الى النقط التى وجدت على الورق

وقد بينا فى اول جزء من هذا المؤلف العمليات الاصلية للخرطة فى المحال المفروضة فيها وفى الجزء الثانى بينا كيفية اخذ التفاصيل وفى هذا الجزء الثالث بينا كيفية اخذ صورة محط الجيوش والاشغال اللازم عملها لاخذ مدينة حربية والخرط المأخوذة على الارض لمنع الهجوم على غفلة ولنفرض الآن لاتمام ما تقدم ان (الشكل ٤٨) مدينة يناسب تحصيل صورتها لوضعها على الخرطة المفروضة

فلاجل اخذ صورة مدينة يختار مكان يظهر انه انسب بابتدآء العمل كوسط ميدان مشهور رفقد وضع فيه البلنشيطة وحول النقطة من الورق التى تقابل نقطة الارض هذه ترسم على الورق اشعة تنبعث الى مبدء كل زقاق من الازقة الموصلة لهذا الميدان ويعطى لهذه الاشعة طول يساوى اختصار مقابله على

الارض وبعد تعيين مداخل جميع الازقة يكون معنا عدة نقط تحقق بها العمليات عند الرجوع اليها بعد الانتقال عنها الى غيرها واجرآء عملية الاخذ فى انزواءآت الطرق واجزاء البيوت بطريقة كالطريقة التى عملت لرسم اتجاه الشوارع الاصلية او اوتار حصن

(مثال ذلك)

لاجل رسم صورة المدينة التى فرضناها يبتدء بوضع البلنشيطة فى الوسط ا من الميدان كما فى (الشكل ٤٨) ثم من النقطة اً كما فى (الشكل ٤٩) التى تقابل ا على الارض تبعث الى مبادى كل من الازقة الموصلة الى هذا الميدان المشهور الاشعة اب و اك و اد و اهـ و اف و اج و اش وتقاس ولنفرض ان الاول الذى هو اب يساوى ٢٤ ميترا و اك ٣٦ ميترا و ٢٨ سنتميترا و اد ٣٨ ميترا و اهـ ٢٨ ميترا و ٥٣ سنتميترا واف ٢٥ ميترا او ٣٩ سنتميترا واج ٣٣ ميترا و ١٨ سنتميترا واش ٢٧ ميترا و ٤٧ سنتميترا وكلما وجد مقدار من هذه المقادير يؤخذ بواسطة المقياس الاختصارى ويوضع على الشعاع المقابل له على الورق كما فى (الشكل ٤٩) فبذلك تتعين النقط بَ كَ دَ هَ فَ جَ شَ المقابلة لنظائرها على الارض

ويحرر ايضا شعاع فى ركن كل من الازقة وكذلك فى جهة المنارات وذلك لاجل ايجاد وضعها بتقاطع هذه الاشعة من اوضاع اخرى منها تنظر هذه الاشياء فيبعث مثلا شعاع من الوضع الاول الذى هو ا على الارض او اً على البلنشيطة الى المنارة ى

ويرسم مكان ا حيث كان وكذلك جميع نقط مبادى الازقة ب ك د ف ج ش لاجل ايجادها فى اثناء الشغل لتستعمل لتحقيقه كما سيأتى

وقبل الانتقال من النقطة ا ينظر هل الشعاع اَبَ منطبق باحكام على مقابله اب وهل الاشعة الاخرى منطبقة على نظائرها باحكام فان كانت

كذلك تيقن ان البلنشيطة لم يحصل فيها اختلال عن وضعها فيختار احدى نقط مدخل زقاق كنقطة ب لعمل الوضع الثانى فتوضع فيها البلنشيطة بحيث ان ب و بَ يكونان على خط رأسى واحد وان بَ اَ على استقامة ب ا فحينئذ تثبت البلنشيطة ويرسم من النقطة بَ شعاع على اتجاه النقطة ك الموسومة باشارة ولنفرض انه وجد من ب الى ك ٣٢ ميترا فيؤخذ هذا المقدار بواسطة المقياس الاختصارى ويوضع على نظيره على البلنشيطة لتوجد على الورق النقطة كَ التى تقابل النقطة ك على الارض ثم يعمل كذلك فى كل مفرق من مفارق ك و ل و م و ن و وبعد تعيين امكنتها على الورق تعمل فيها اعمال كالمسابقة لتعيين اركان الازقة

ويمكن فى النقطة م التى تفرض على استقامة نقطتى ن و ج تحقيق العمل المحصل على البلنشيطة وذلك بان ينظر هل النقطتان اللتان قد عينتا نَ جَ على اتجاه نظيرتيهما ن ج وهل بين نَ و مَ وبين مُ و جَ من الامتار المأخوذة بالمقياس الاختصارى بقدر ما يوجد من الامتار الصحيحة بين نقط الاوضاع م و ن و ج ثم بعد ذلك يستمر على العمل بان يحرر اولا على منارة ى شعاع بتقاطعه مع الذى انبعث من وضع ا فى النقطة ىَ تتعين على الورق تلك المنارة فى هذه النقطة ثم يبعث ايضا شعاع على كل من النقطتين ب و ق المختارين لتجعلا محطتين فيما بعد فيتعين وضعاهما بُ و قَ على الورق بالطريقة المذكورة

فهذه هى طريقة اخذ انواع هذه الخرط وكيفية تحقيقها ولا نطيل الكلام على هذا التفصيل وانما نقتصر على ان نرسم بالتنقيط فى الاشكال الاشعة اللازم ارسالها وقياسها على الارض لتعيين النقط التى هى اطرافها على الورق كما نفعل ذلك فى الخطوط المناسب رسمها لايجاد شكل الشوارع والبيوت من المدينة المفروضة

تنبيه لا ينتج من ابتدائنا بمكان مشهور فى اخذ صورة المدينة انه لا بد من الجرى

على طريقة واحدة دائما بل العمل على مقتضيات الاحوال فاذا رؤى ان تحصيل الصورة بسهولة لا يتم الا بالابتداء من السور الداخلى والخارجى لمدينة لتحصل معناقواعد كبرى وقليل من الانزواءآت الصغيرة المتوالية التى تسبب الخلل غالبا فى العمل فاليفعل ذلك وكذلك اذا ظن تحصيل الصورة بسهولة بتكوين شكل كثير الاضلاع حول المدينة فانه يلزم ايثار ذلك فبالعقل وقرائن الاحوال يكون الارشاد ولم نذكر استعمال الابرة المغناطيسية لوضع البلانشسيطة فى حال استعمالها لاخذ صورة شوارع مدينة لكون هذه الابرة يمكن ان يحصل لها تذبذب من الشبكة الحديدية التى تكون فى شبابيك البيوت وابوابها كما يشاهد ذلك غالبا ومن الحديد الكائن فى المخازن او الكائن فى دكاكين البياطرة والكواليتية وكل من له تعلق بصناعة الحديد

لكن اذا اريد اخذ صورة غابة اوبستان اوما يجاور القصور اوقطعة ارض ونحو ذلك فالمناسب استعمال الابرة المغناطيسية اذباستعمالها يتوفر الزمن فان الاتجاهات المتقابلة توضع بسهولة بواسطتها مطابقة لبعضها خصوصا اذا كانت قصيرة وانما يجب فقط ان ينظر بعد كل مسافة من الزمن هل الابرة المغناطيسية متجهة دائما اتجاها مضبوطا الى شمالها الحقيقى اولا فان كان الثانى لزم حينئذ تصليح البلانشيطة فى كل وضع لتعديل الجهات المرسومة على الورق مع نظائرها على الارض بمعنى انه يجرى فيها ما اجرى فى الطريقة المستعملة لتحصيل صورة الشوارع

وماذكرناه وان كان يبين بسهولة كيفية اخذ صورة الاستحكامات الا انالزيادة الايضاح نبين كيفية اخذ هذه الانواع من الخرط مطبقة على الاستحكامات الدائمة فنقول

(الباب السابع)

(فى طريقة تحصيل صورة الاستحكامات الدائمة)

(١٥٩)

لاجل

لاجل تحصيل صورة حصن توضع البلنشيطة اولا فى اسهل وضع سوآء كان على دكة السور او خارج الابنية وذلك بحسب ما يوجد من الفوآئد فى احد المحلين دون الآخر وعلى حسب الاحوال الموجبة لايثار احدهما عن الآخر ثم ترسم على الورق اشعة تتجه الى جميع زوايا الحصن وبعد ذلك ينتقل من هذا الوضع الى اوضاع اخرى وتقاس الابعاد بينها لتجرى العملية فيها بالكيفية السابقة لكى يتحصل الوضع الخاص بكل شئ من الاشياء على البلنشيطة بتقاطع الاشعة المنبعثة اليها ويجرى على هذه الطريقة بالدوران حول سور والرجوع الى نقطة المبدء فتتحصل صورة الشكل

(مثال ذلك)

ان يفرض ان المراد تحصيل صورة الحصن المبينة فى (شكل ٥٠) فاذا رؤى ان من اللازم وضع اشارات فى رؤوس زوايا بعض حصون لتتميز تميزا واضحا فالبيتدء بذلك وبعد ذلك اذا اختير على دكة السور النقطة ا كما فى (الشكل ٥٠) لعمل الوضع الاول وضعت فيها البلنشيطة ومن النقطة أ مقابلتها كما فى (الشكل ٥١) يرسم على الورق خط على اتجاه كل من الزوايا ب ك د هـ ف ج ش ى ك ل م ن واخر على اتجاه النقطة و التى توضع فيها علامة ما ثم تقاس الابعاد ان و ام و اب فقط كما يقاس على استقامة ا و بعد او ويؤخذ مثل هذه المقادير على مقياس الخرطة الاختصارى واحدا بعد الاخر كما وجدت ومن النقطة أ يوضع المقدار الموافق للشعاع المقابل لمثله على الارض فحينئذ تحصل على الورق النقط بَ نَ مَ وَ الخ التى يكون وضع كل منها على البلنشيطة بالنسبة للآخر كوضع امثالها ب ن م و الخ على الارض

وقبل الانتقال من نقطة الوضع يرسم على البلنشيطة اذا لم تتحول عن وضعها الاصلى خط شمال الابرة المغناطيسية وقد سبقت كيفية ذلك فى بند (٨٥) فى الباب السادس من الجزء الثانى

ثم توضع البلنشيطة فى النقطة ب بحيث ان ب و بً مقابلتها يوجدان

على خط رأسى وان بَ و أَ يكونان على استقامة ب و ا نظيرتيهما وهنا تعمل عملية على الورق كالمتقدمة لايجاد وضع رؤوس الزوايا بَ كَ دَ هَ شَ ىَ كَ لَ المقابلة لامثالها على الارض ب ك د هـ ش ى ك ل بواسطة تقاطع الاشعة المنبعثة اليها فحينئذ اذا وصلت الخطوط كَ دَ و بَ هَ و ىَ كَ و شَ لَ تحصلت على الورق جوانب الخارجة كما هى على الارض وزيادة على ما تقدم اذا قيس البعد ب ف ووضعت النقطة فَ متباعدة عن النقطة بَ كما هى على الارض امكن رسم الخطوط فَ هَ و فَ شَ وزيادة على ذلك اذا قيس عمق الدريئة ورسم من النقطتين هَ و شَ خطان موازيان للخطين دَ جَ و جَ ىَ فيما اذا كان العمق واحدا يحصل معنا شكل الخارجة

واما ميل الداخل من الدريئة وعرض الشاذروان وميله فيقاس عرض كل منهما وهو فى العادة واحد من جميع الجهات وحينئذ ترسم خطوط موازية للخطوط بَ هَ و هَ فَ و فَ شَ و شَ لَ متباعدة كنظائرها على الارض

وبهذه الطريقة التى تستعمل فى النقط و ق ر س الخ بقياس الابعاد الكائنة بينها نقط تتعين على البلنشيطة اماكن زوايا السور وحينئذ تحصل صورة مضبوطة مع ملاحظة ماذكر فى شأن الميول والشاذروانات واذا اختلفت عروضها فالمناسب قياس كل واحد من اطرافها خصوصا اذا اريد تحصيل الصورة مفصلة

ولاجل استيفاء المطلوب تبين كيفية ارتباط داخل السور بخارجه فيدخل من باب السر من الحصن فى النقطة ق التى هى مدخل كرنك الخندق وهنالك توضع البلنشيطة الوضع اللازم فتوجد بذلك الزوايا جَ ىَ كَ كنظائرها على الارض اعنى ان الخط كَ ىَ يكون موازيا للخط ك ى و ىَ جَ يكون موازيا للخط ى ج وهكذا فحينئذ النقطتان ق و قَ يكونان رأسين مشتركين للمثلثين المتشابهين ىَ كَ قَ و ى ك ق الخ انظر القاعدة المبينة فى بند (١٤٨) فى الباب الثالث من هذا الجزء وتحدث هذه

الرأس

الرأس بتقاطع خط مرسوم من نقطة ك ونظيرتها كَ مع آخر على اتجاه النقطة ى ونظيرتها ىَ ومن هذا التقاطع وَ يرسم على الورق خط على اتجاه النقطة صَ ويقاس البعد وَص لوضعه على نظيره وَصَ بمقياس اختصارى

وفى النقطة ص توضع البلانشيطة كما تقدم وتعمل عملية كالتى عملت فان كانت العملية المتقدمة مضبوطة كانت النقط كص ى و كَصَ ىَ على استقامة واحدة كل لنظيره ففى هذه الحالة النقطتان ص و صَ يكونان على خط عمودى وبعد ذلك يبعث من النقطة صَ خطوط فى طول الكونترسكار به وتقاس الاجزاء ص ٦ و ص ض و ض زَ الخ لاجل ان يعطى لنظائرها على البلانشيطة صَ ٦ و صَ ضَ و ضَ زَ الخ بقدر ما لها من الامتار وزيادة على ذلك يرسم على الورق من النقطة صَ ومن المسافة صَ ٦ قطعة الدائرة المشاهدة على الارض فى حلق نصف القمر

ولاجل وضع نصف القمر فى الصورة كما هو على الارض بالنسبة الى القطع الاخرى من السور تختار النقطة أ اذا اريد ذلك لتوضع فيها البلانشيطة وتثبت تثبيتا حسنا بحيث لا تتغير فاذا مدت خطوط مستقيمة على اتجاه رأس كل زاوية من الزاويتين ى و ك ومقابلتيهما ىَ و كَ فالمحل الذى تتقاطع فيه الخطوط على الورق هو النقطة أَ المقابلة للنقطة أ

ومن هذه النقطة أ او نظيرتها أَ وكذلك من النقطة ب اومقابلتها بَ والنقطة كَ اومقابلتها كَ و د اومقابلتها دَ التى تعين بالكيفية السابقة على البلانشيطة تعين جميع نقط رؤس الزوايا التى تكون داخل نصف القمر وخارجه وتوصل الى بعضها بخطوط يحدث منها على الورق صورة نصف القمر

ثم انه لا صعوبة فى رسم طريق مخفاة وربطها بصورة السور والابنية التى تسترها فان هذا الربط كربط صورة نصف القمر فلزم ان يكون رسم صورته كطريقة رسم صورة نصف القمر او السور

ومن الضرورى ذكر طريقة رسم هذه الانواع من الخرط بالابتدآء من خارج الحصن لان هذا ربما نفع فى الحرب الذى يكون فيه حصار ويكون من المهم فيه معرفة طول الجوانب وفروع الابنية واستعدادها والبعد بينها وبين ذيل الخندق اوغيره من اجزآئه لكى يعمل على ما يوافق تلك الابعاد

وفيما سنذكره يصح ان يفرض ان الاعمال تعمل على حسب ما تقتضيه الاحوال التى توجد فى وقت الحرب من الابعاد اماهنا فتعمل المحاط قريبا من الحصن على قدر الامكان كما يكون ذلك فى وقت الصلح

(١٦٠)

فنفرض ان المراد رسم صورة الحصن المصور فى (الشكل ٥٠) بالابتدآء من خارج الابنية الخارجة فى الفلاة

فيوضع اولا اذا اريد ذلك فى النقطة هَ كما فى (الشكل ٥٠) ومن مقابلتها هً كما فى (الشكل ٥١) ويرسم على البلانشيطة شعاع فى اتجاه الزاوية الحامية كَ وزاوية الكتف د والزاوية المجمية ج من الخارجة ذات الجوانب وكذلك على اتجاه كل من الزوايا فَ جَ شَ ىَ كَ المكونة من دريئة الطريق المستورة ثم يقاس طول الشعاع الاخير هَ كَ ليتعين على الورق طول نظيره هً كً الذى يجعل قاعدة

ثم ينقل العمل بالطريقة المتقدمة الى الطرف كَ من هذه القاعدة ثم الى النقطة لَ ثم الى النقطة مَ الخ ثم يلتفت الى قياس هذه القواعد المتوالية كَلَ و لَمَ الخ لاخذ عدد ما فيها من الامتار ووضعه على نظائرها كًلً و لًمً الخ ويعمل مثل ذلك فى كل طرف من اطراف هذه القواعد ويبحث اولا عن مكان تقاطع الخطوط المحررة من نقطتى المحطة هً كً على اشياء متحدة نعرف بسهولة مع الانتباه فى بيانها بعلامة الخطوط المحررة عليها وبعد تحقق وضعها على البلانشيطة ترسم الخطوط كًدً و دًجً و فًجً و هًىً و جًشً و ىًكً فتكون هذه على الورق صورة الاشياء الارضية

ثم يبحث كذلك عن المحل الذى فيه تتقاطع الاشعة المحررة من نقط الاوضاع الاخرى ل و م الخ على اشياء واحدة وبعد معرفة وضعها على الورق ترسم منها خطوط تكون هذه النقط اطرافاً لها فحينئذ يتحصل على الورق وضع اوجه كل خارجة من الامام وطولها ووضع اوجه نصف القمر وطوله ووضع فروع دريئة الطريق المستورة بالجبهة المفروضة وصورتها وطولها داخلا كان او خارجا وهذا يكفى فى الحالة التى يلزم فيها فتح خندق وكذلك فى الحالة التى تجب فيها المدافعة الى اخر السطوح المماثلة

ومتى امكنت المداومة على مثل هذا العمل بالابتداء بالخارج وكان قد رسم خارج الابنية بواسطة الطريق المذكورة يشرع فى الداخل كما اسلفنا

ولاجل الوفاء بذكر ما فيه فائدة للمهندس رأينا ان نتكلم على كيفية عمل خرطة المنازل العسكرية ولذا عقدنا هذا الباب الذى نشرع فيه فنقول

(الباب الثامن)

(فى خرط المنازل العسكرية)

(١٦١)

متى استحسن قائد الجيوش ان ينزل الجيوش الذين تحت ادارته فى منازل عسكرية فعلى المهندس ان يجتهد فى عمل صورة لذلك على مقتضى تعريف رئيس الرجال ويستخرجها ذلك المهندس من احسن الخرط المطبوعة التى تستعمل لتعيين المنازل العسكرية بعد ان يقرها قائد الجيوش او ضباط بوكالتهم فى ذلك

وعلى تلك الخرطة يكتب المحل الذى يليق بوضع كل من الارادى التى يتركب منها الجيش وترسم محال القرابة كلها بلون واحد والخيالة بلون آخر والعساكر الدراعون بلون ثالث والطوايف الخفيفة بلون رابع وهكذا ويجمع بين جميع المحال المشغولة بالاوردى بخط يكتب عليه نمرتها ويكتب ايضا بجانب كل من هذه المحال

كمية الطوايف الموجودة فيه اعنى عدة الارط الخيالة
او القرابة او عدة الانفار ثم تميز السلسلة او الحبل
والصفوف التى تفرض عليها الطوايف
وتكتب هذه الاشياء بحروف
غليظة بالذهاب من الشمال
الى اليمين او بالتوجه
نحو الاعداء

تم

(الجزء الرابع)

(فى طريقة اخذ صورة العمارات المدنية وتعلقاتها وطريقة نقل صورتها على الارض ورسم الطرق فى الغابات)

الغالب ان يشتغل فى المدينة بل الاكثر ان يكون ذلك فى الخلاء برسم صور مخصوصة لمجرد قضاء شهوة الرغبة ويغلب ان يكون ذلك لاجل قصد التغيير اوالزيادة اوالتزيين ولاتؤخذ مثل هذه الصور خصوصا صور العمارات الابالميترو والشريط ولنذكر كيفية النجاح فى رسمها مع الضبط فنقول

(الباب الاول)

(فى كيفية اخذ صورة العمارات المدنية)

(١٦٢)

لاجل النجاح فى رسم صورة عمارة مدنية مع الضبط يبتدء اولا بالكشف عن جميع اجزائها لاجل ان تعرف ثم تصنع مسودتها ويصور فيها ادنى الاشياء وبعد عمل هذه المسودة تؤخذ امتدادات الاجزاء الاصلية من هذه العمارة كطولها وعرضها الخارجيين وطول محالها المتركبة هى منها وعرضها وكذلك امتداد صغر اجزاء كل محل من هذه المحال المختلفة وتكتب تلك الابعاد على الصورة التى تبينها

ولنفرض مثلا ان المطلوب اخذ صورة العمارة المدنية المبينة فى (شكل ٢٥) فتعمل اولا مسودة حوش تلك العمارة بان تقاس اضلاعه اب و بك و كد و دا والقطر اك الواصل من زاوية ا الى مقابلتها ك وكذلك البعد الكائن بين الزاوية ب او ك والباب وعرض ذلك الباب هـ ف وكذلك عمق حوائط دائرة الحوش وزيادة على ذلك تؤخذ

اعماق الحوائط وعروض الابواب والشبابيك والمسافات التي بين جميع الاجزاء المتركب منها محل الاصطبل والعربانات وبالجملة فيقاس قطر البئر وبعده من زاوية د وتكتب هذه الابعاد كلها بمجرد قياسها على المسودة بجانب الاشياء التي تقابل الاشياء الموجودة على الارض .

ثم يكشف محل الدور الاول ليصور في المسودة ويرسم على الارض بالنظر كالجزء الذي ذكر من العمارة ويؤخذ طول اضلاع كل اوضة حتى الاشياء الدقيقة كانفتاح الشبابيك وعرض الابواب وسمك وعرض اصداغها وعرض وعمق المداخن وسمك قصبتها وخارجتها وعمق الحوائط والحواجز وغير ذلك وعمق درج السلالم وبسطاتها والمماشي ومقدار ذلك ويكتب بجانب كل من هذه الاشياء على المسودة اسمه على التدريج في اخذ الابعاد ثم يؤخذ في محال العمارة مقدار خط من زاوية الى مقابلتها اومن نقطة معينة على احد اضلاع المحل الى نقطة اخرى معينة على الضلع المجاور لها ليمكن بهذه الطريقة تكوين الزوايا كما هي على الارض عند نقل الصورة التي في (شكل ٣٥) بموجب ماهو مكتوب على المسودة مما هو بجوار الاشياء

اما الادوار العليا من العمارة المذكورة فيعمل لها بالكيفية المتقدمة مسودة تكتب فيها الابعاد التي تؤخذ في جميع محال هذه الادوار المختلفة لاجل اجتناب الانتقالات التي ربما تحصل فان تم ذلك بالكيفية المذكورة حصلت مسودة صورة العمارة

(في الطريقة اللازم استعمالها لايجاد مركز برج ونصف قطر لاجل ربطه بصورة العمارة التي هو جزء منها مع الضبط)

(١٦٣)

اغلب القصور القديمة يوجد في اطرافها بروج مركزها غالبا خارج عن تقاطع الحائطين المتلاقيين ولتحصيل قطر برج لايكفي ان يبحث بآلة عن البعد العمودي الكائن بين متوازيين يكونان مماسين لهذا البرج على انه اذا وجد هذا القطر يمكن ان يكون متباعدا عن مركز البرج كثيرا او قليلا من جهة الشمال

اوالبين بل تستحضر زيادة عن ايجاد القطر المذكور طرق بها يربط القطر المذكور بصورة القصر على الورق كما هى على الارض بالنسبة للعمارة ولعمل هذه العمليات لايحتاج الانسان الا الاضعف ميترو شريط

(١٦٤)

واذا امكن من خارج البرج اجرآء العملية المعتمد عليها لمعرفة المركز ونصف القطر مع طريقة ارتباطهما بصورة العمارة كارتباطهما بها حقيقة على الارض مد من كل جهة من جهات البرج المبين فى (شكل ٤٥) الشريط اَبَ او دَهَ الذى لايماسه الا فى النقطة بَ او هَ ويقاس بضبط البعد الكائن بين نقطتى التماس بَ هَ وبين نقطتى اَ دَ اللتين هما تقاطع الشريط بالحائطين المتصلتين بالبرج من الجهتين ويقاس ايضا على هاتين الحائطين الابعاد الكائنة بين طرفى الشريط اَ و دَ وبين النقطتين فَ و جَ المعينتين عليه او اللتين يعينان برسم صورة العمارة بتمامها ثم تقاس الابعاد الكائنة بين فَ جَ وبين نقطتى التماس بَ هَ وفى هذا الوقت تكتب هذه الابعاد على المسودة لتحصيل طريقة رسم النقطتين بَ و هَ على الصورة كما هما على الارض فاذا اقمنا العمودين بَجَ و هَجَ على كل من المماسين اَبَ و دَهَ من النقطتين بَ هَ الكائنتين على الصورة المحصلة من المسودة فنقطة ج التى هى تقاطع العمودين المذكورين مركز البرج بالضرورة واذا اتفق ان المماسين اَبَ و دَهَ متوازيان فالخطان العموديان ب ج يكونان خطا واحدا مستقيما هو قطر البرج المذكور بالضرورة وحينئذ يكون مركزه فى المنتصف كَ من هذا الخط المستقيم

(١٦٥)

واذا كان البرج كما فى (شكل ٥٦) غير متصل بشئ وكان المطلوب ايجاد نصف قطره يلزم مد شريطين بَاَ و دَاَ يكونان مماسين له ويكون لهما نقطة مشتركة اَ ثم يقاس البعدان اَبَ و اَدَ ويقاس ايضا على هذين

الشريطين

الشريطين البعد الكائن بين نقطتيهما المشتركة أ وبين النقطتين هـ ف ف المأخوذتين بالاختيار على المماسين المذكورين ويقاس البعد هـ ف الكائن بين هاتين النقطتين وكذلك يعين انفراج الزاوية ب أ د المتكونة من الشريطين أ ب و أ د عند نقل الاعمال الحاصلة على الارض والمكتوب بجوارها مقاديرها على المسودة على الورق وحينئذ لاجل ايجاد المركز ك للبرج ونصف قطره يلزم ان يقام في النهاية ب و د من كل مماس خط يكون عمودا عليه فنقطة ك المشتركة بين هذين المستقيمين تكون هي المركز ك والخط ك ب او ك د هو نصف قطر البرج

(١٦٦)

واذا كان البرج محاطا بخندق كما في (شكل ٥٥) بحيث لا يتيسر من الخارج اخذ وسايط اتعيين مركزه وربطه بصورة المسكن يلزم حينئذ اجراء العمل داخل العمارة

فيمد اولا شريط ينطبق على الضلع هـ من اضلاع باب البرج ويذهب من النقطة ب المأخوذة في داخل البرج الى نقطة اخرى أ موضوعة على احد اضلاع القطعة الوالية للبرج ثم يقاس طول هذا الخط أ ب والابعاد ف أ و ف ج و ج أ ويكتب بجوارها مقاديرها على المسودة لكي تتحصل وسايط تعيين ميل الخط أ ب ووضع النقطة ب بالنسبة للضلع ف أ ويقاس ايضا الجزء هـ ب من الشريط الكائن داخل البرج ويقاس الوتران هـ د و ب د المكونان مع هـ ب المثلث ب هـ د المرسوم داخل البرج فتى تحصلت هذه الابعاد المختلفة وكتبت مقاديرها بجوارها على المسودة وكذلك عمق حوايط البرج تحصلت طرق وضع هذا البرج مع صورة العمارة كما هو على الارض بالنسبة لها ويكون مركزه ج في نقطة اجتماع الخطوط العمودية القائمة على منتصف كل من الاوتار ب هـ و ب د و د هـ وهذا ظاهر بديهي

(١٦٧)

فاذا كان البرج محاطا بشئ ما من الخارج غير متصل بشئ يتحصل مركزه كَ ونصف قطره بقياس الاضلاع الثلاث من المثلث بَ هَ دَ المرسوم داخله بواسطة الشريط

(١٦٨)

كثيرا ما يعمل فى داخل البرج كما فى (شكل ٥٧ و ٥٨) قطعة ذات زوايا قائمة فلاجل تحصيل مركز مثل هذا البرج ونصف قطره تجرى العملية خارجه كما اسلفنا توضيحه فى بند (١٦٤) او (١٦٥) فان لم يمكن العمل فى الخارج اجرى فى داخل العمارة بهذه الكيفية

وهى ان يقاس اولا على طول شريط يمد من النقطة بَ الى النقطة أَ ويمر من وسط الضلعين المتوازيين مقدار الخط أَبَ والابعاد هَاَ و هَدَ و أَدَ لاجل تعيين ميل هذا الخط أَبَ ووضع النقطة بَ بالنسبة للحائط هَاَ ثم تقاس اضلاع القطعة والسمك بَشَ من الحايط وتكتب هذه الابعاد اولا فاولا على المسودة فيتحصل ما يلزم لاجل نقل هذا البرج على الصورة فيكون مركزه على بعد واحد من الضلعين المتوازيين اعنى انه يكون فى نقطة تقاطع قطرى القطعة المعمولة من داخل البرج ويكون كَشَ نصف قطر الدائرة التى ينتهى هو بها

ومتى تؤمل ادنى تأمل فيما تقدم يرى ان لا صعوبة فى اخذ القياسات اللازمة على الارض لتعيين نصف قطر البرج ووضع مركزه بالنسبة للاجزاء الاخرى من العمارة عند نقل المسودة هذا اذا كان مدخل البرج لا يتيسر فيه ان يمد الشريط مدا عموديا على منتصف الضلعين المتوازيين من القطعة الكائنة فى البرج

ولا حاجة للكلام على لزوم القياسات اللازم عملها على الارض وكتابة مقاديرها على المسودة لاجل امكان رسم البروج ذات الخاشيب المتعلقة بصورة العمارة وربطها بها فلا ينبغى التطويل فى ذلك لما فيه من السهولة ولا يمكن الانسان ان يتوقف فى معرفة الابعاد اللازم اخذها على الارض وكتابتها على مسودة صورة العمارة ولا فى شأن ابعاد الاحواض وغير ذلك من الغابات والمروج وغيرها من

الاشياء

الاشياء المنتهية فى بعض محالها باجزآء من محيط الدآئرة فانه لاصعوبة ايضا فى وضع مراكزها على الصورة كما هى على الارض بالنسبة للخطوط والنقط المختلفة المجاورة لهذه الاجزآء من الدآئرة

(كيفية رسم صورة ما يتعلق بالعمارة وما يتصل بها)

(١٦٩)

التعلقات النافعة اللطيفة التابعة للعمارة يلزم المرور فيها كما مر بالعمارة نفسها لاجل تصور حقيقتها وعمل مسودتها والمهم هو جودة قياس مقاديرها المختلفة وتيسير تحصيل الابعاد بين الزوايا المتقابلة لاجل حصر الكل فى مثلثات عظيمة فان وجد فيها كما هو الغالب موانع يقاس فى داخلها بعد ما اختيارى يكون مع ذلك اطول ما يمكن على كل واحد من اضلاع زاوية واحدة بالابتداء من رأسها

مثال ذلك فى شأن ما يتصل بالعمارة المفروضة كما فى (شكل ٥٢) ان يقاس البعد من ج الى و ومن ج الى ك ومن ش الى ب ومن ش الى ق ومن ى الى ر ومن ى الى س وكذلك تقاس الابعاد ك و و ب ق و ر س ويكتب بجوار كل واحد مقداره على المسودة

فان لم يمكن اجرآء هذه الاعمال فى الداخل اجرى الغرض فى الخارج مع ملاحظة سمك الحوائط وغير ذلك من الحدود ونعنى بذلك ان يقاس من احدى نقط الاجتماع ت او م للحائطين المجتمعتين على اى واحدة منهما مقدار مناسب مثل ت ص او ض ز وعلى اطوال الاخرى مقدار اختيارى كذلك مثل ت ؤ او ض لا وكذلك الابعاد ؤ ص او لا ز بحيث اذا اخذت هذه الابعاد مع الضبط وكتب بجوارها مقاديرها تحصلت مسودة السور وامكن ان تنقل منها صورة مضبوطة

وبعد قياس اضلاع الزوايا وجميع ما يناسب لنقل الزوايا على الورق كما هى على الارض تقاس اجزآء كل واحد من الاشياء الداخلة فى الزوايا مع مراعاة كتابة

مقاديرها بجوارها على المسودة اولا فاولا فاذا تم ذلك تحصلت صورة كل ما يتعلق بالعمارة وما يتصل بها

ومع الافائدة فيه التكلم في هذا الشان فوق ما ذكرنا فان ما ذكر كاف في الجملة فان المجلد بتمامه لا يكفي في الاحاطة بجميع الاشكال المتنوعة في الابنية الخلاءية على حسب ذوق من يتصورها او على حسب مواضع الاشياء في الاحاطة بجميع الرسوم المختلفة التي تطلب لاسيما والاشخاص المتكفلون برسم هذه الانواع من الصور هم عادة ذوو معارف يعلمون الطرق اللازمة للنجاح في عمل جميع الصور التي تعرف

كيفية نقل مسودة عمارة وما يتعلق بها من الاشياء

على الورق لكي يصنع منها صورة مضبوطة

(١٧٠)

اذا تحصلت مسودة العمارة اي صورة الاجزاء التي تتركب هي منها وابعادها وصورة الاشياء التي لها تعلق واتصال بها وكانت قد عملت هذه المسودة مع الاعتناء والنباهة بحيث لم يترك شيء من كتابة المقادير فيها بجوار الاشياء مما هو لازم لاجل عمل صورة مضبوطة سهل عمل تلك الصورة جدا ولاجل ذلك يلزم مراجعة المسودة وربط العمليات فيها بعضها ببعض على حسب المقادير المكتوبة بجوار الاشياء على المسودة ونقل ذلك على الورق باجراء ما فعل بالميتر المضعف والشريط وعمله بالمسطرة والبرجل واذا تتبع ما هو مبين على المسودة بالقدم تعينت بذلك النقط واوضاع الخطوط وانفراجات الزوايا بحيث يتوصل لوضع جميع هذه الاشياء بعضها بالنسبة لبعض كما هي على الارض فتحصل صورة مضبوطة للعمارة وما يتعلق بها

(الفصل الثاني)

(في طريقة رسم المتويات على الارض)

رسم متوى على الارض عبارة عن تبيينه عليها بمقدارها الطبيعي على حسب

التناسبات

التناسبات المنسوبة للاجزاء التي تتركب منها الصورة على تلك الصورة المذكورة

(١٧١)

متى اريد رسم منوى من دار او عمارة ما وكذلك بساتينها وغيط خضراواتها وكرومها وغير ذلك يبتدء اولا بكتابة مقادير الابعاد الاصلية بجوار تلك الابعاد على الصورة المراد عملها وكذلك مقادير اجزاء العمارة وما يراد عمله بجوارها وتكون كتابة ذلك على مسودة تعمل لكي تنقل بعد ذلك على ورق آخر ويلزم ان يعتنى بكتابة مقادير الاقطار التي يرى من قبل ان الحاجة تمس اليها لاجل رسم اعظم اجزاء هذا المنوى مع الضبط وكذلك كل واحد من الاجزاء الصغيرة التي يتركب منها كل جزء من الاجزاء الكبيرة على حدته وبعد هذا التجهيز ينتقل الى الارض فان كان فيها اتجاه معين اتبع ثم بالتحفظ على استصحاب شريط وميتر مضعف واوتاد يرسم جميع خطوط المنوى ويعطى لها من المقادير كما هو مبين بجوار نظائرها على الصورة ويوضع فى نهاية هذه الخطوط المختلفة وتد وحين رسمها تستعمل الاحتراسات التي علمت لتعيين الزوايا المتكونة منها ويدرك هذا احسن الادراك بالامثلة الآتية

(طريقة رسم منوى عمارة مدينة والاشياء المتعلقة بالعمارة الخلائية على الارض)

(١٧٢)

اذا فرضنا ان صورة العمارة المدنية المبينة فى (شكل ٥٣) هى صورة منوى اريد عمله على الارض نقول ان العادة جرت بان يستعمل لهذا الغرض الميتر المضعف والشريط

فاذا كانت النقطة ا او النقطة ب معينة على الارض كما فى (شكل ٥٢) وكذلك وضع الخط اد او بكَ عد الشريط على هذا الاتجاه ويكتب مقدار خطى طول هذين بجوار نظيريهما اَدَ او بَكَ كما فى (شكل ٥٣) ثم بواسطة الشريط والميتر المضعف على حسب المقادير المكتوبة بجوار الاشياء على المنوى تعين النقط ب كَ د والنقط ج ش ى ك ل م التي تناظر بَ كَ دَ و جَ شَ ىَ كَ لَ مَ على الصورة ثم يبين عمق الحوايط باوتاد

ترشق فى كل من نهاياتها فاذا بين محيط العمارة بتمامه بهذه الكيفية يرجع الى الصورة لاجل رسم الحوايط الاصلية التى يتكون منها القطع المختلفة من العمارة على حسب بعدها وسمكها

واما التفاصيل الدقيقة كالابواب والشبابيك والمداخن والسلالم السفلى وغير ذلك مما اصله فى استوآء الارض اواعلى منها ببعض اقدام فانها ترسم كذلك اذا دعت الحاجة لذلك وكذلك تفاصيل الادوار العليا فانها ترسم بهذه المثابة اذا كانت الحوايط الاصلية فى الارتفاع اللايق

واما البساتين وقطع المياه وجناين الخضراوات وغير ذلك فانها ترسم بالكيفية المذكورة لكن يرسم منها اللازم فاللازم فيلزم اتباعها للمحيط كما هو مبين فى صورة المنوى على حسب المقادير المكتوبة عليها بجوار الاشياء وبهذه الطريقة يتحصل على الارض صورة مضبوطة لما هو مرسوم على صورة المنوى المراد اجرآؤه عليها

(كيفية استعمال البلنشيطة فى رسم منوى على الارض)

(١٧٣)

قد اسلفنا ان البلنشيطة اسهل آلة فى رسم جميع انواع التفاصيل مع الضبط التام ماعدى العمارات المدنية ولنذكر الآن ان لها مزية ايضا فى رسم المنويات على الارض لاسيما منويات الاستحكامات الدآئمة والحقيقة والبساتين والجناين وغير ذلك مما يراد اجرآؤه على الارض فنقول

لهذا الداعى تلصق صورة المنوى بالبلنشيطة وتجرى العملية بهذه الآلة هنا كاجرآئها بها فى اخذ الصورة المتقدم ذكرها الآن الذى على الورق هو الذى يوضع على الارض بمقاديره الطبيعية ولاجل النجاح يستحسن ان تكون الصورة المراد رسمها على الارض موجودا فيها ابعاد جميع الاجزآء التى تتركب منها

(كيفية رسم منوى تحصين على الارض)

(١٧٤)

على

على فرض ان المطلوب رسم منوى صورة التحصين المصورة فى (شكل ٥١) واجراؤها على الارض نقول

حيث ان اتجاه الضلع الخارج ج ٢ كما فى (شكل ٥٠) والنقطة ج معينان على الارض توضع البلنشيطة فى تلك النقطة ج المبينة نظيرتها ج َ كما فى (شكل ٥١) وتطبق جَ ٢ على ج ٢ ثم تثبت البلنشيطة وحينئذ يوضع فى اتجاه ج د و ج ى وتدان د و ى على البعد المبين على الصورة بين جَ و دَ وبين جَ و ىَ ويوضع ايضا وتد آخر رمزه ٤ وآخر كذلك ٢ على اتجاه خط الذب ج ٤ ومن الضلع الخارج ج ٢ على بعد النقطتين المناظرتين ٤ و ٢ بالنسبة للزاوية الخارجة ج اذا تم ذلك توضع البلنشيطة فى زاوية الكتف ى بحيث تكون مع نظيرتها ىَ على رأس واحد ويكون ى ج على استقامة الوجه المناظر له ىَ جَ بالتدقيق وبعد اجراء ذلك وتثبيت البلنشيطة بحيث لا تتحرك يغرس على اتجاه الجناح ى ك وتد ك على بعد النقطة ى المكتوب مقدارها بجوارها على الصورة بين نهايتى الجناح المقابل له ىَ كَ

ثم تنقل البلنشيطة الى الزاوية المحصنة بكسر الصاد ك بحيث ان ك ونظيرتها كَ يكونان منطبقتين كلتاهما على الاخرى ويكون الجناح ى ك فى وضع الجناح المقابل له ىَ كَ فاذا تم ذلك توجد النقطة ٤ المبينة على الارض على اتجاه الموصلة ك ٤ ثم المطلوب حينئذ ان ينظر هل مقدار هذه الموصلة مساو لما هو مكتوب على الصورة بجوار الموصلة المناظرة لها كَ ٤ وبعد ذلك يوضع وتد على اتجاه خط الذب ك ٢ فى المحل ٣ المبين على البعد المكتوب مقداره بجواره كَ و ٣ وفى هذا الاتجاه يلزم ان يوجد الطرف ٢ الذى هو طرف الضلع الخارج ج ٢ المبين بوتد فاذا علم ذلك يقاس وجه الخارجة ذات القوايم المنحصر بين ٣ و ٢ لينظر هل هو مساو للمقدار المكتوب على الصورة بين النهايتين ٣ و ٢ من الوجه المقابل له ٣ و ٢ وغير ذلك لا يصح اذا انطبقت النقط والخطوط

الارضية على نظائرها على الورق انطباقا جيدا

ثم توضع بعد ذلك البلانشيطة على اليق وجه فى الزاوية المحصنة بفتح الصاد من الخارجة ذات الجوانب لاجل ان تبين النهاية ٥ من الوجه المنحصر بين ٢ و ٥ من الخارجة المذكورة بالطريقة المتقدم ذكرها

وبالاستمرار على هذا المنوال تحصل صورة جميع خوارج الحصن مع الضبط التام وبالضرورة يحدث الخط الاصلى للقلعة المنوية فيسهل رسم جميع الاجزاء الداخلية من السور بواسطته لان اغلبها موازله وتظهر بمجرد استحسان تكوينها ولا حاجة للكلام على طريقة رسم القطع الخارجية عن السور والطريق المستور لان ذلك سهل جدا لاصعوبة فيه

وطريقة رسم المنويات المذكورة هى اسرع الطرق واضبطها وذلك لان الخطوط العمودية والمتوازية والموائل على غيرها تتبين على الارض بها اضبط من غيرها ولنذكر مثالين يوضحان ذلك فنقول

(كيفية رسم منوى بستان على ارض)

(١٧٥)

اذا فرضنا ان المراد رسم منوى البستان المبين فى (شكل ٥٣) على الارض ترسم النقطة ٣ على الارض كما فى (شكل ٥٢) على بعد من المقادير الحقيقية لوجه العمارة ج م يساوى ما يوجد على الصورة بين النقطة ٢ و ٣ كما فى (شكل ٥٣) وتكون النقطة ٢ قد عينت من قبل على البعد ج المكتوب مقداره بين النقطتين المقابلتين ج و ٢ ثم توضع الاشارة على بعد من ى يساوى ما يوجد على المنوى بين ى و ٤ ثم توضع البلانشيطة فى النقطة ٣ بحيث تكون مقابلتها ٣ معها على رأسى واحد ويكون الخط ٣ و ٤ على اتجاه ٣ و ٤ المبين له ويعمل هذا كما هو مفهوم بواسطة العضادة بان تقرب مسطرتها على طول خط ينطبق على خط الارض ويوضع فى آخره عادة ابار دقيقة لاجل ضبط المسطرة ومنعها من ان تتحول وبعد هذا التطبيق تثبت البلانشيطة ويرسم على حسب استقامة ٩ و ١٥

مقابلا هما على الارض وتوضع اوتاد على قدر ما يوجد من المقادير الحقيقية على حسب ما هو مكتوب بجوار الاشياء فى الصورة بين النقطة ٣َ والنقطة ٦َ وبين ٦َ و ٧َ وبين ٧َ و ٨َ وبين ٨َ و ٩َ وكذلك بين ٣َ و ١١َ وبين ١١َ و ١٢َ وبين ١٢َ و ١٣َ وبين ١٣َ و ١٤َ وبين ١٤َ و ١٥َ بحيث تحدث على الارض النقطة ٦ و ٧ و ٨ و ٩ وكذلك ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٥ التى تقابل نقط الصورة

ومن النقطة ٣ تغرس اوتاد ١٠ و ١٦ و ٥ على ابعاد على الصورة بين ٣َ وكل من اعداد ١٠َ و ١٦َ و ٥َ وذلك على استقامة الواصلة بين ٣َ و ١٠َ وبين ٣َ و ١٦َ وبين ٣َ و ٥َ

ثم تنقل البلنشيطة على حسب الارادة فى النقطة ١٤ بحيث تكون هذه النقطة مع مقابلتها ١٤َ على رأسى واحد وتكون استقامة الخط بين ١٤َ و ٩َ مع الضبط على استقامة الخط الكائن بين ١٤َ و ٩َ الذى رسم فاذا كان الامر كذلك وتثبت البلنشيطة تغرس على الارض الاوتاد ١٧ و ١٨ و ١٩ ويجعل البعد بينها على قدر ما يوجد بين نظائرها ١٧َ و ١٨َ و ١٩َ وبعد تمام تلك العملية تنقل البلنشيطة مثلا فى النقطة ١٧ بالكيفية السابقة ثم من تلك النقطة يغرس فى الارض على استقامة الخط الكائن بين ١٧َ و ٢٦َ من الصورة الاوتاد ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ ويجعل البعد بينها على قدر ما يوجد على الصورة بين نظائرها ٢٠َ و ٢١َ و ٢٢َ و ٢٣َ و ٢٤َ و ٢٥َ و ٢٦َ ومن النقطة ١٧ بعينها تعين بهذه المثابة النقط ٢٩ و ٢٧ و ٢٨ و ٣٠ المبينة للنقط ٢٩َ و ٢٧َ و ٢٨َ و ٣٠َ اذا اريد ذلك

فاذا استمر على العمل بهذه الكيفية فى نقطة الوضع التى تنتخب يتوصل الى رسم صورة البستان المفروض بتمامها على الارض باستعمال جنزير او حبل لاجل ان يرسم عليها من مراكز معلومة الدوائر واجزاء الدوائر المرئية

على الصورة

(كيفية رسم الطرق فى الغابات)

(١٧٦)

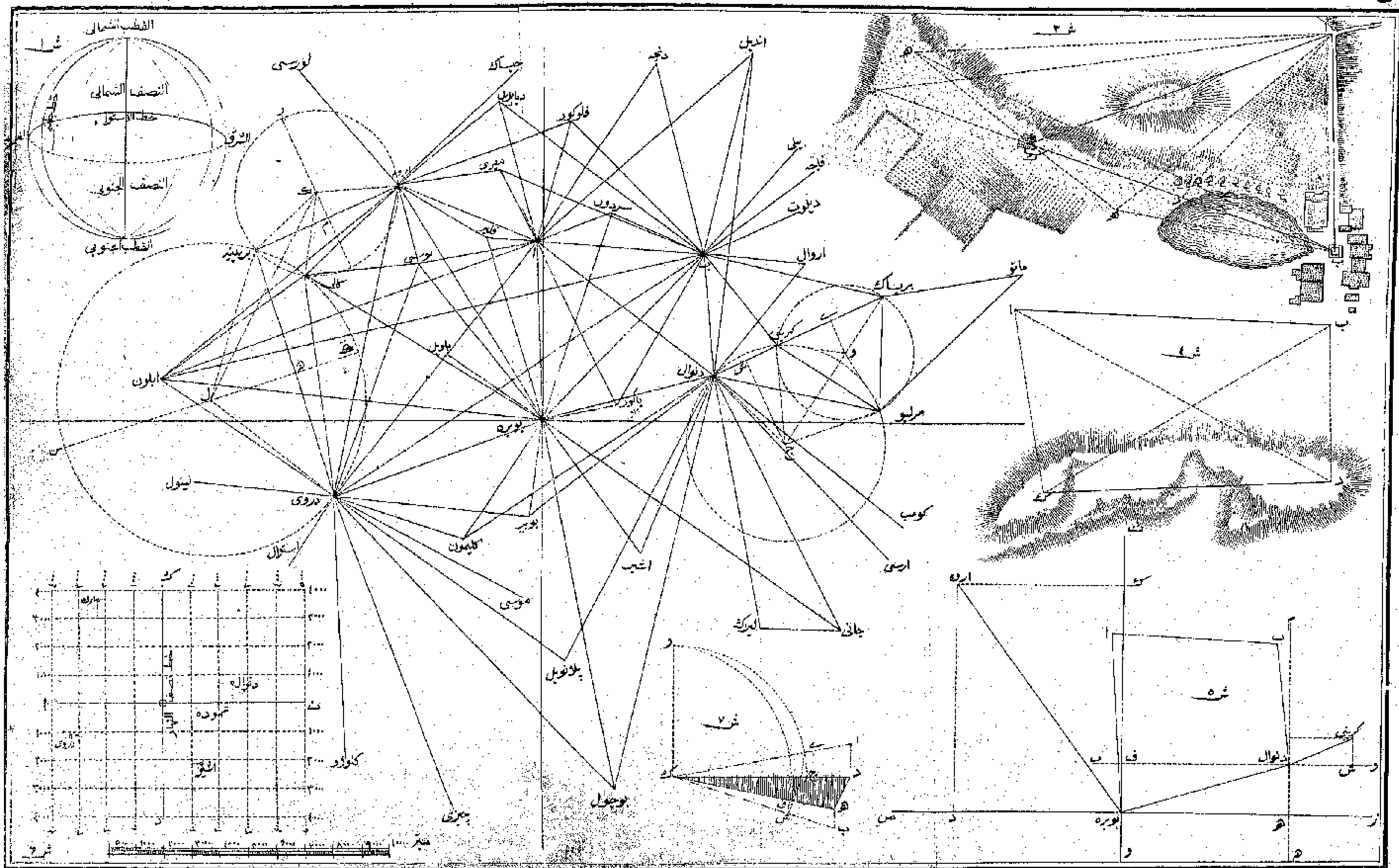
قد يتفق حصول مشاق فى رسم طرق تنتهى بمحال معلومة مع الضبط فى الغابات فان المسالك التى تعمل لذلك ينشأ عنها ان يكون الشئ المراد الوصول اليه على الشمال او على اليمين غالبا وعلى ذلك يترتب ان الغابة التى يخترس فى قطعها على الاستقامة لاجل الوصول الى المقصود يحصل منها ضرر او شئ قبيح المنظر

والطريقة السهلة المأمونة فى توجيه تلك الطرق على خط مستقيم من محل الى آخر استعمال البلنشيطة ولاجل النجاح بهذه الطريقة فى مثل هذه المشروعات ينبغى ان تستحضر صورة مضبوطة للغابة او ان ترسم صورتها مع الضبط الممكن وعلى تلك الصورة تبين الطرق المراد تسليكها فى الغابة ثم تربط تلك الصور على البلنشيطة وتثبت البلنشيطة على المحل المراد ابتداء الطريق المقصود منه مع تجويد تطبيق خطوط الصورة على خطوط الارض التى تبينها وحينئذ تستعمل العضادة موضوعة مسطرتها مع غاية الاعتناء على طول الطريق المبين على صورة الغابة وتغرس اوتاد على اتجاه الطريق المذكور فان الذى يعمل بالتدريج يوصل مع التدقيق الى الغرض المقصود اذا كانت الصورة جيدة الرسم مضبوطة

فاذا فرضنا مثلا ان المراد عمل الطريق أَبَ وتنفيذها من الغابة المبينة فى (شكل ٦٠) فان كانت النقطة ا كما فى (شكل ٥٩) التى يلزم الابتداء منها غير معينة ينظر فى الصورة على اى بعد توجد مناظرتها أَ من كَ او من دَ لاجل ان توضع على مثل هذا البعد من كَ او من د وحينئذ ترتب البلنشيطة فى النقطة ا بحيث لا تتحرك حتى تكون النقطتان المتناظرتان ا و أ على رأسى واحد ويكون الخطان أكَ و أدَ بالتحقيق على استقامة الخطين اكَ و اد على

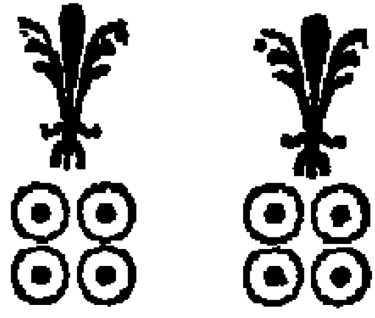
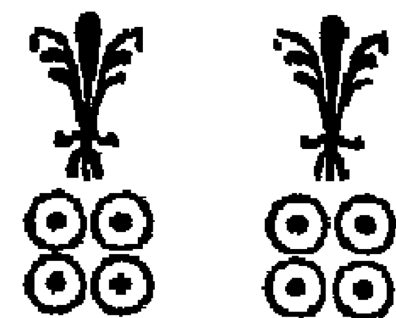
الارض

لوحه ١



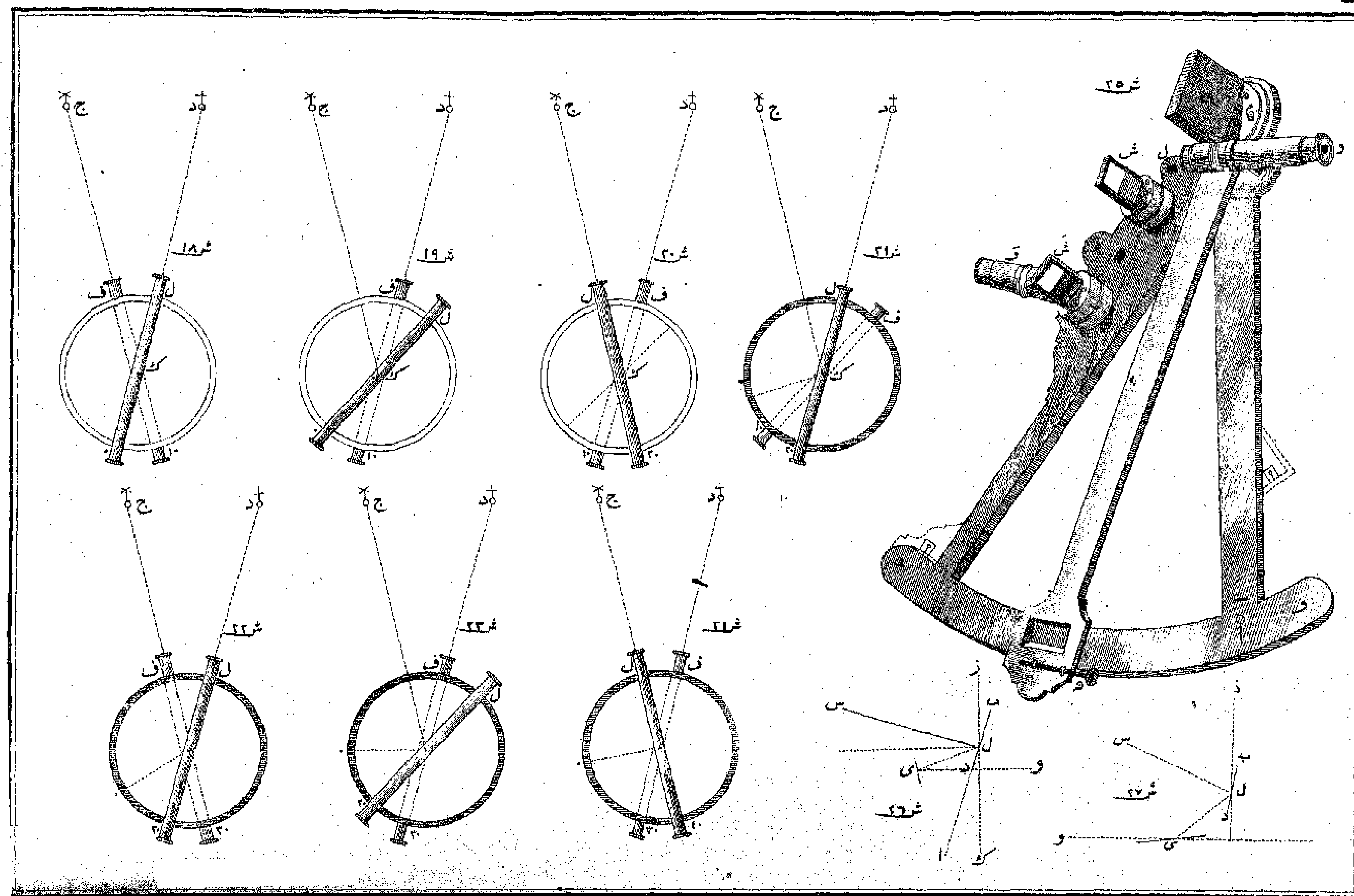
القطب الشمالی
النصف الشمالی
خط الاستواء
النصف الجنوبی
القطب الجنوبی

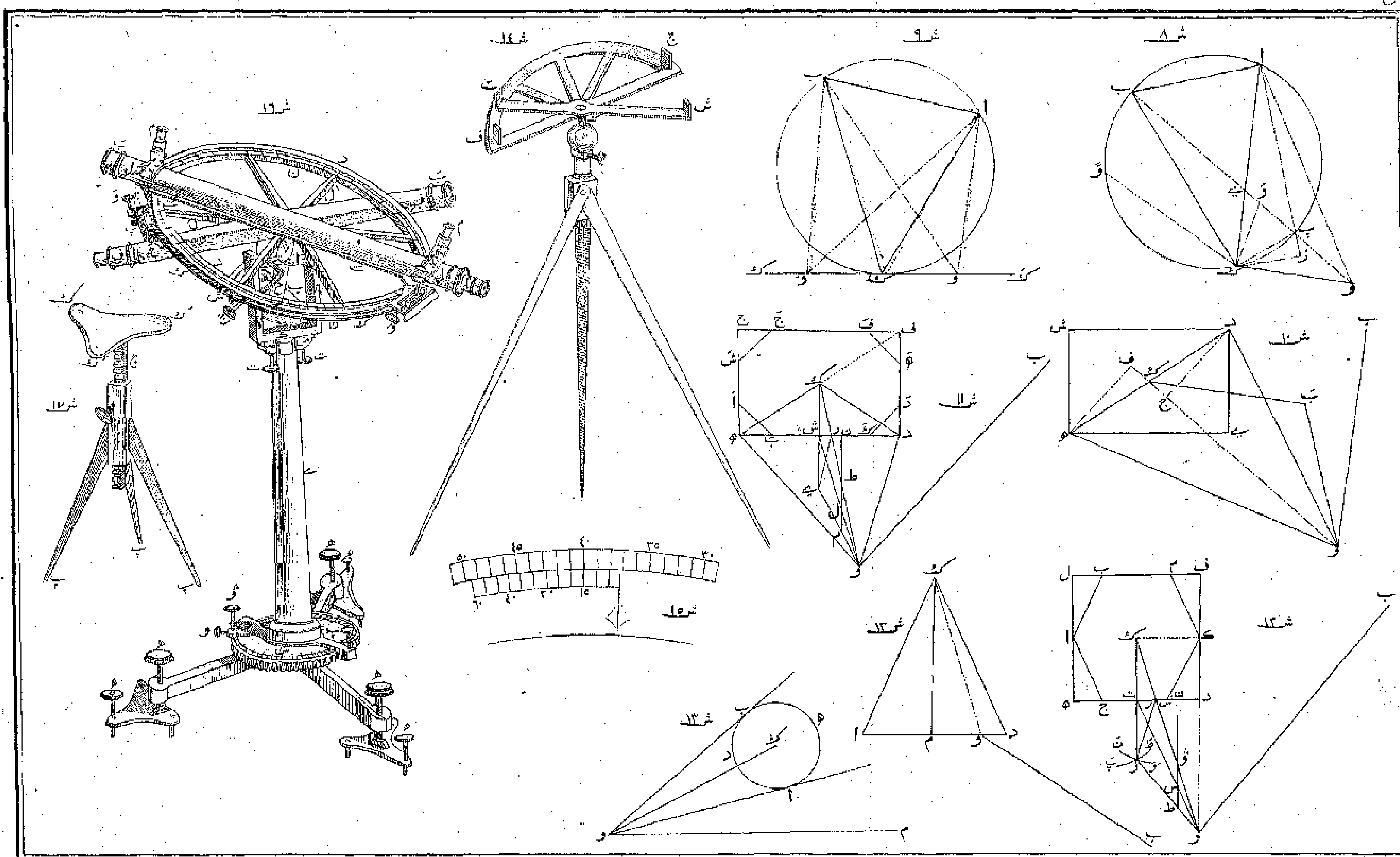
الارض فان تم ذلك تحرر مسطرة العضادة مع الاعتناء الزائد على طول الطريق
المقصود أ ب لاجل الاستعانة بها على توجيه مسلكها على خط مستقيم ثم
يبتدء فى عمل ذلك المسلك على هذا الاتجاه وكلما تقدم العامل يغرس اوتادا
تكون مدببة الاطراف لاجل سهولة وضعها على استقامة واحدة
فان هذه الاوتاد تكون خطا مرسوما على الارض
ينتهى مع الضبط بالنقطة ب ولو كانت فى الداخل
كما هنا بحيث لا تمكن رؤيتها الا
بالقرب منها تمام القرب
والله اعلم

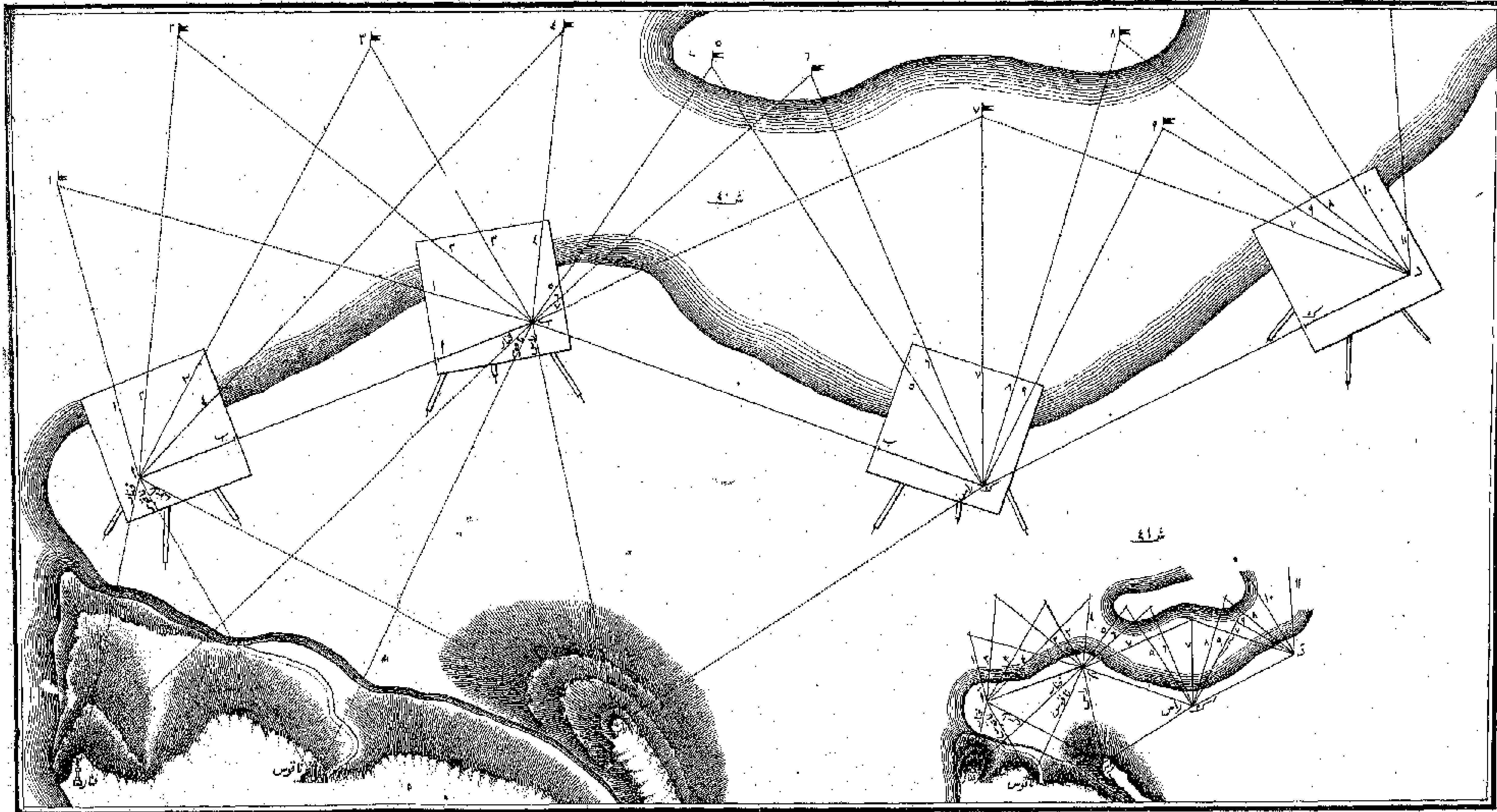



وكان الفراغ من تمام طبعه بدار الطباعة العامره المنشأة ببولاق
مصر القاهره ادام الله عز منشيها ومشيد مبانيها صاحب
السعادة الابدية والهمة العمرية والفخر العلى
الحاج محمد على وذلك لثمان بقين من
جمادى الاولى سنة ١٢٦٠ سنة من
الهجرة النبوية على
صاحبها افضل
الصلاة وازكى
التحية
تم

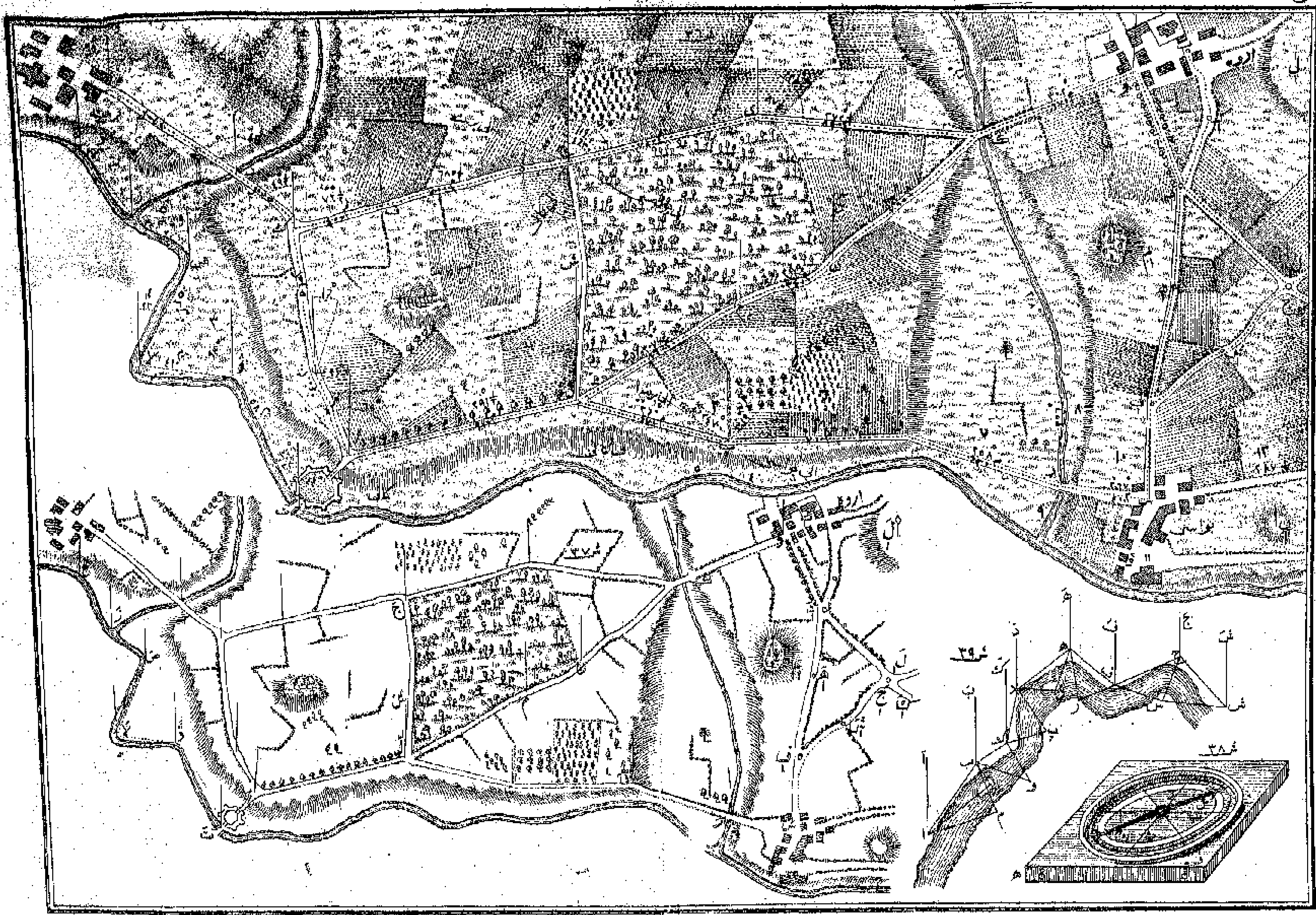
لوحه ٣

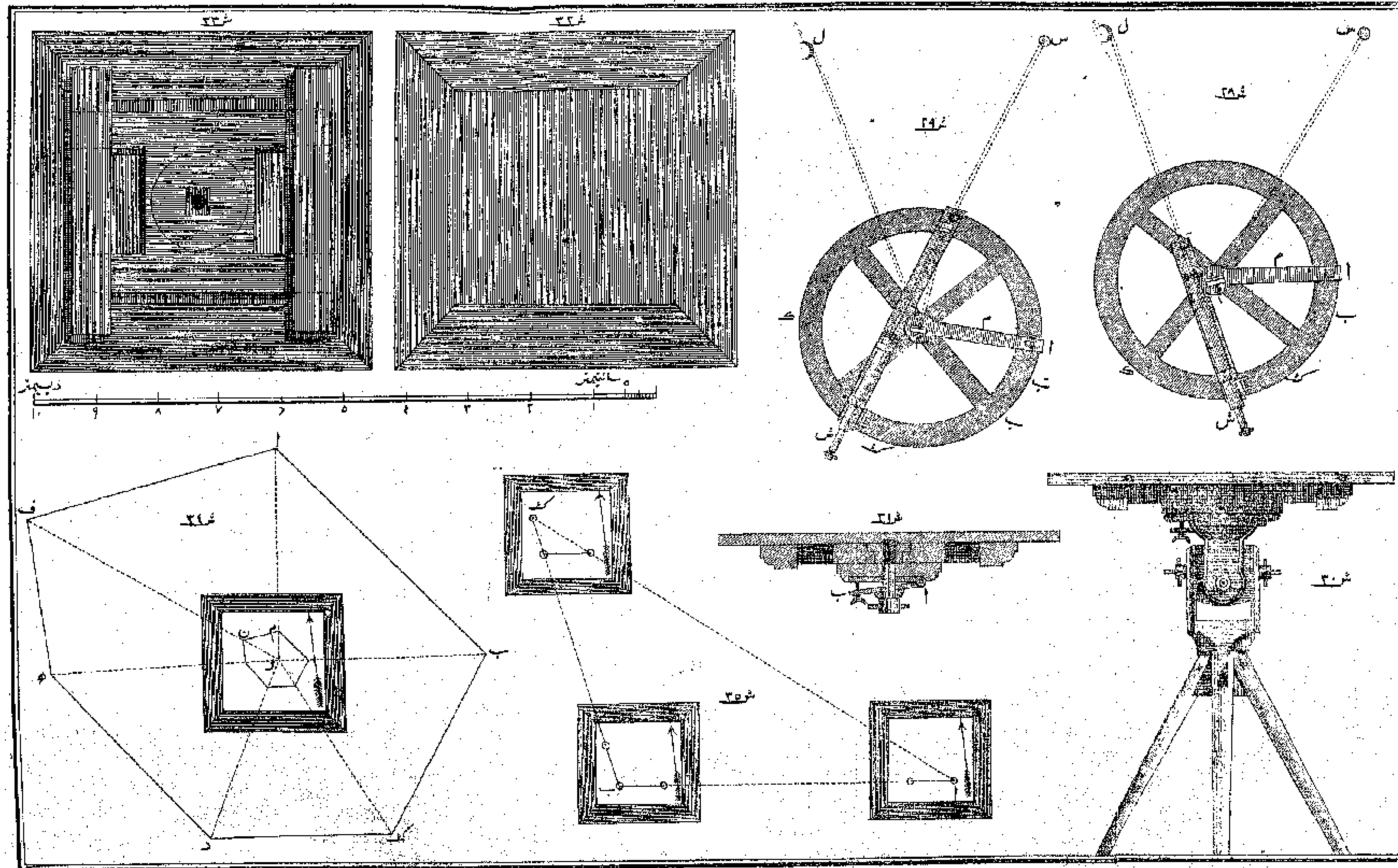

شكل ١٨
شكل ١٩
شكل ٢٠
شكل ٢١
شكل ٢٢
شكل ٢٣
شكل ٢٤
شكل ٢٥
شكل ٢٦
شكل ٢٧



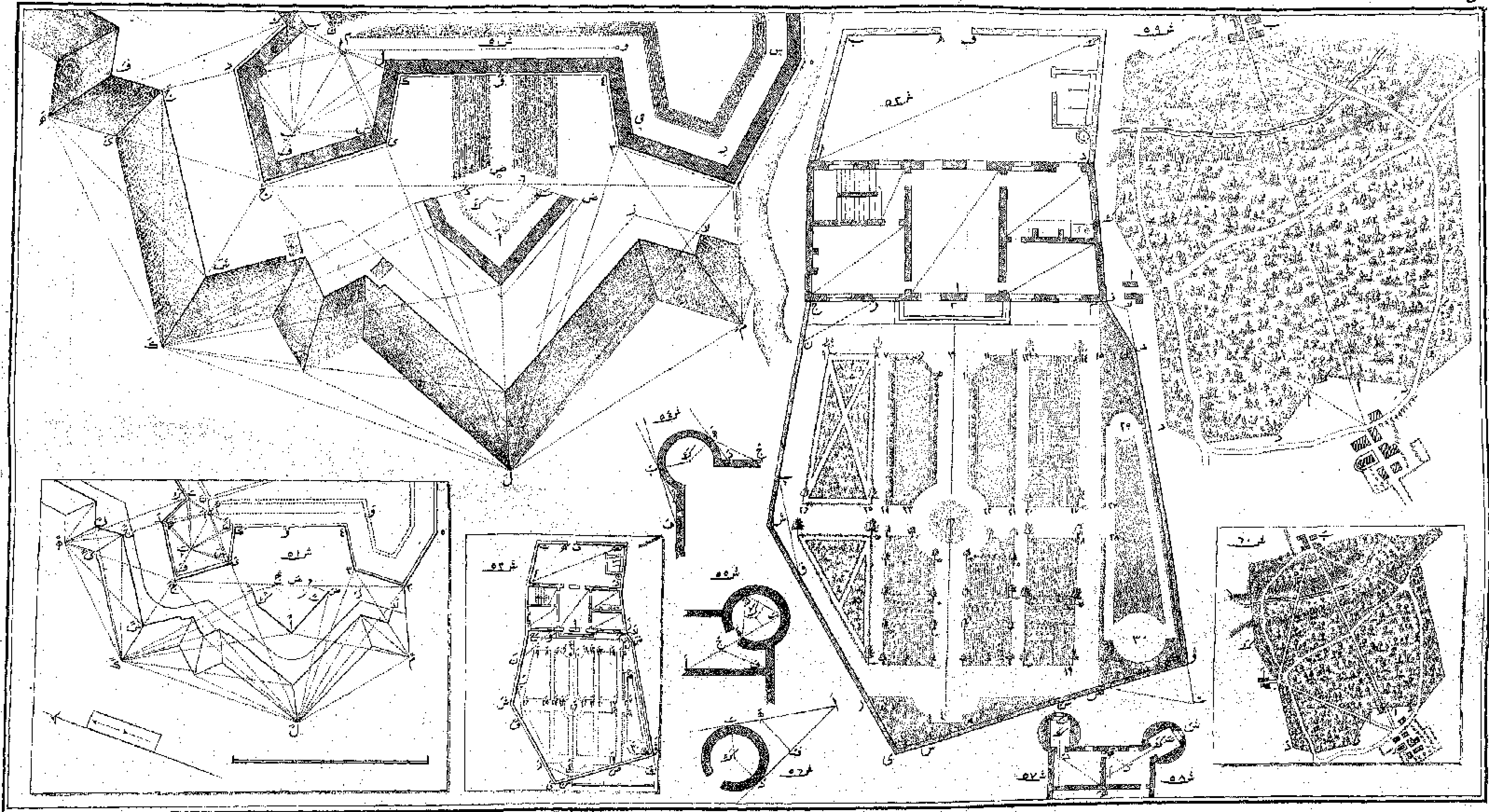


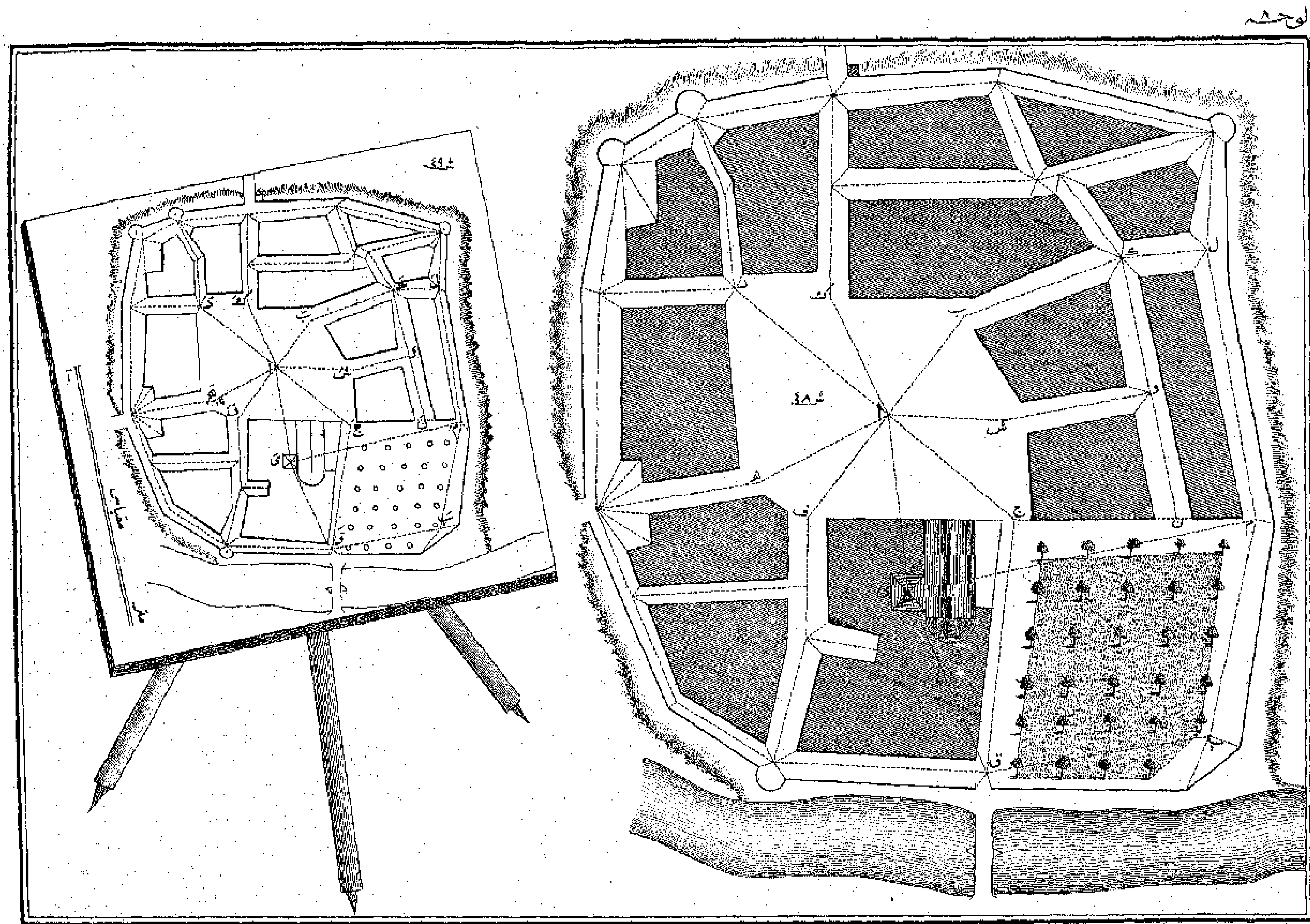
لوحه ۱۵





لوحه ٩




ش ٤٩
ش ٤٨

